

# OBJECT UPDATING METHOD AND OBJECT COORDINATING METHOD

Publication number: JP10011575

Publication date: 1998-01-16

Inventor: TANAKA TAKEHISA; KITAMURA KENJI; MIZUSAWA KAZUFUMI; FUJIOKA TOSHIKAZU; NAKAMOTO HIKO; MORI MASATO

Applicant: MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD; TOKYO ELECTRIC POWER CO

Classification:

- international: G06T7/00; G06T7/00; (IPC1-7): G06T7/00

- European:

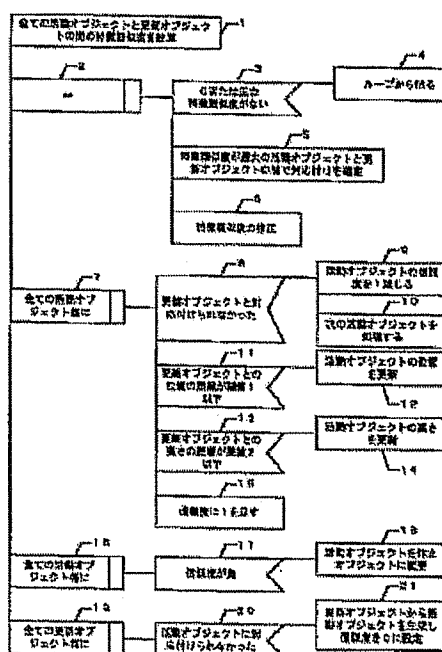
Application number: JP19960167933 19960627

Priority number(s): JP19960167933 19960627

Report a data error here

## Abstract of JP10011575

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To realize a system updating the feature quantity of an object having a feature quantity and coordinating objects with the same kind of feature quantity with each other. **SOLUTION:** Feature similarity between first and second objects is calculated from the feature quantities of the first and second objects by a first processing. In loops under a processing 2, the first and second objects are coordinated by using the feature similarity. In the loop of a processing 7, from the result of coordinating the feature of the first object is updated 1 and the reliability of the first object is changed. In the loop of a processing 16, the first object of negative reliability is made into a suspended state where both of the update of the feature quantity and the coordinating with the second object are not executed. In the loop of a processing 19, a first object is newly generated by using the not-coordinated second object.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-11575

(43) 公開日 平成10年(1998) 1月16日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

G 0 6 T 7/00

識別記号

庁内整理番号

F I

G 0 6 F 15/70

技術表示箇所

4 6 0 A

審査請求 未請求 請求項の数27 O L (全 25 頁)

(21) 出願番号 特願平8-167933

(22) 出願日 平成8年(1996) 6月27日

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(71) 出願人 000003687

東京電力株式会社

東京都千代田区内幸町1丁目1番3号

(72) 発明者 田 中 武 久

神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1

号 松下技研株式会社内

(72) 発明者 北 村 健 児

神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1

号 松下技研株式会社内

(74) 代理人 弁理士 蔵合 正博

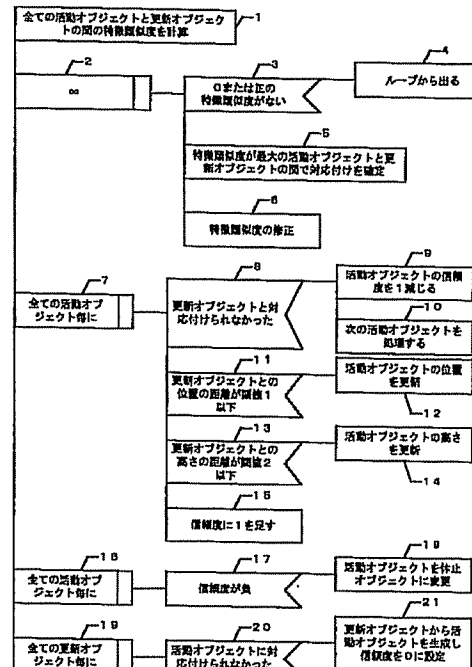
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 オブジェクトの更新方法およびオブジェクトの対応付け方法

(57) 【要約】

【課題】 特徴量を持つオブジェクトの特徴量を更新したり、同じ種類の特徴量を持つオブジェクト同士を対応付けるシステムの実現を目的とする。

【解決手段】 処理1で第1と第2のオブジェクトの特徴量から、第1と第2のオブジェクト間の特徴類似度を計算する。処理2以下のループで、その特徴類似度を用いて第1と第2のオブジェクトを対応付ける。処理7のループで、その対応付け結果から第1のオブジェクトの特徴量の更新を行うとともに、第1のオブジェクトの信頼度を変更する。処理16のループで信頼度が負の第1のオブジェクトを、特徴量の更新をせず第2のオブジェクトとの対応付けもしない休止状態にする。処理19のループで対応付けされなかった第2のオブジェクトを用いて、新たに第1のオブジェクトを生成する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 特徴量属性を持つオブジェクトの特徴毎に特徴量間の距離を定義し、更新用特徴量とオブジェクトの更新前の特徴量との間の距離が設定した値を越えるかまたは以上の場合は、更新用特徴量を用いずにオブジェクトの特徴量を更新することを特徴とするオブジェクトの更新方法。

【請求項2】 特徴量属性を持つオブジェクトの特徴毎に特徴量間の距離を定義し、かつ、オブジェクトが同一の特徴に対して複数の特徴量候補を保持可能で、更新用特徴量との距離が最も近いオブジェクトの特徴量候補のみを更新することを特徴とするオブジェクトの更新方法。

【請求項3】 特徴量属性を持つオブジェクトの特徴毎に特徴量間の距離を定義し、かつ、オブジェクトが同一の特徴に対して複数の特徴量候補を保持可能で、更新用特徴量との距離が設定した値未満かまたは以下の特徴量候補のみを更新することを特徴とするオブジェクトの更新方法。

【請求項4】 更新用特徴量とオブジェクトの更新時点が存在する全ての特徴量候補との間の距離が設定した値を越えるかまたは以上の場合は、オブジェクトに特徴量候補を新たに追加することによりオブジェクトの特徴量の更新を行うことを特徴とする請求項2または請求項3に記載のオブジェクトの更新方法。

【請求項5】 特徴量候補毎に特徴量候補が最後に更新されてからの時間を計算する方法を有し、その時間が設定した値を越えるかまたは以上の場合は、その特徴量候補を削除することを特徴とする請求項2から請求項4のいずれかに記載のオブジェクトの更新方法。

【請求項6】 特徴量属性を持つオブジェクトの特徴毎に特徴量間の距離を定義し、かつ、特徴量毎にそれが最後に更新されてからの時間を計算する方法を有し、更新用特徴量とオブジェクトの更新前の特徴量との間の距離が設定した第1の値を越えるかまたは以上で、かつ、その特徴量が最後に更新されてからの時間が設定した第2の値未満かまたは以下の場合は、更新用特徴量を用いずにオブジェクトの特徴量を更新することを特徴とするオブジェクトの更新方法。

【請求項7】 N種類の特徴量属性を持つ第1のオブジェクトと同じ特徴量属性を持つ第2のオブジェクトの特徴毎に特徴量間の距離を定義し、各特徴毎の第1のオブジェクトと第2のオブジェクトとの特徴量間の距離を $F_i$  ( $i = 1 \sim N$ )とし、 $\lambda_i$ 、 $C$ を定数とする時、第1のオブジェクトと第2のオブジェクトとの間の特徴類似度 $A$ を、

【数1】

$$A = C - \sum_{i=1}^N \lambda_i F_i$$

と定義し、第1のオブジェクトに第2のオブジェクトを対応付ける際に、第1のオブジェクトとの類似度があらかじめ設定する値を越えるかまたは以上の第2のオブジェクトの中から特徴類似度が最大のものを対応付け相手として選択することを特徴とするオブジェクトの対応付け方法。

【請求項8】 N種類の特徴量属性を持つ第1のオブジェクトと同じ特徴量属性を持つ第2のオブジェクトの特徴毎に特徴量間の距離を定義し、各特徴毎の第1のオブジェクトと第2のオブジェクトとの特徴量間の距離を $F_i$  ( $i = 1 \sim N$ )とし、 $C$ 、 $C_i$ 、 $\lambda_i$ を定数とする時、第1のオブジェクトと第2のオブジェクトとの間の特徴類似度 $A$ を、 $(C_i - F_i)$ が全て正の場合は、

【数2】

$$A = -C + \sum_{i=1}^N \lambda_i (C_i - F_i)$$

で計算し、一つでも $(C_i - F_i)$ が負の場合は $A$ を負の値に設定するように定義し、第1のオブジェクトに第2のオブジェクトを対応付ける際に、第1のオブジェクトとの類似度があらかじめ設定する値を越えるかまたは以上の第2のオブジェクトの中から特徴類似度が最大のものを対応付けることを特徴とするオブジェクトの対応付け方法。

【請求項9】 第1のオブジェクトに第2のオブジェクトを対応付ける際に、全ての第1のオブジェクトと第2のオブジェクトの組み合わせの中で特徴類似度が最大のものから順に対応付けを確定し、対応付けを確定する毎に対応付けた第2のオブジェクトと未対応付けの第1のオブジェクトとの間の特徴類似度に、0以上1未満の値をかけることを特徴とする請求項7または請求項8記載のオブジェクトの対応付け方法。

【請求項10】 ある第1のオブジェクトとの間の特徴類似度が請求項7または請求項8記載のあらかじめ設定する値を越えるかまたは以上の第2のオブジェクトが一つのみの場合は、第1のオブジェクトと第2のオブジェクトを対応付ける前に、その第1のオブジェクトと第2のオブジェクトとの間の特徴類似度に1を越える値をかけて新たな特徴類似度とし、その特徴類似度を用いて第1のオブジェクトと第2のオブジェクトを対応付けることを特徴とする請求項7または請求項8記載のオブジェクトの対応付け方法。

【請求項11】 ある第2のオブジェクトとの間の特徴類似度が請求項7または請求項8記載のあらかじめ設定する値を越えるかまたは以上の第1のオブジェクトが一つのみの場合は、第1のオブジェクトと第2のオブジェクトを対応付ける前に、その第2のオブジェクトと第1のオブジェクトとの間の特徴類似度に1を越える値をかけて新たな特徴類似度とし、その特徴類似度を用いて第1のオブジェクトと第2のオブジェクトを対応付けるこ

とを特徴とする請求項7または請求項8記載のオブジェクトの対応付け方法。

【請求項12】 特徴類似度があらかじめ設定する値未満または以下の場合には、あらかじめ設定する対応付けできない条件に適合するかどうかを確認し、適合する条件があった場合には対応付けを行わず、適合する条件がない場合にはそのまま対応付け処理を続行することを特徴とする請求項7または請求項8記載のオブジェクトの対応付け方法。

【請求項13】 第1のオブジェクトが時間とともに更新する信頼度を持ち、その信頼度が設定した値未満または以下の場合にその第1のオブジェクトと全ての第2のオブジェクトとの間の特徴類似度に0以上1未満の値をかけて新たな特徴類似度とし、その特徴類似度を用いて第1のオブジェクトと第2のオブジェクトを対応付けることを特徴とする請求項7または請求項8記載のオブジェクトの対応付け方法。

【請求項14】 第2のオブジェクトが信頼度を持ち、その信頼度が設定した値未満または以下の場合にその第2のオブジェクトと全ての第1のオブジェクトとの間の特徴類似度に0以上1未満の値をかけて新たな特徴類似度とし、その特徴類似度を用いて第1のオブジェクトと第2のオブジェクトを対応付けることを特徴とする請求項7または請求項8記載のオブジェクトの対応付け方法。

【請求項15】 特徴量属性と特徴量更新のたびに更新する信頼度を持つ第1のオブジェクトと、第1のオブジェクトの特徴量を更新するための更新用特徴量からなる第2のオブジェクトとを対応付け、第1のオブジェクトの信頼度の値が設定した値未満または以下の場合には、その第1のオブジェクトを消滅させるか、または更新用特徴量を用いた更新を行わない休止状態に移行させることを特徴とするオブジェクトの更新方法。

【請求項16】 第1のオブジェクトと第2のオブジェクトとを対応付ける際に、第1のオブジェクトが休止状態の場合は第2のオブジェクトと対応付けないことを特徴とする請求項15記載のオブジェクトの更新方法。

【請求項17】 第1のオブジェクトと第2のオブジェクトとを対応付ける際に、休止状態ではない第1のオブジェクトと第2のオブジェクトを最初に対応付け、第1のオブジェクトと対応付けできなかった第2のオブジェクトが存在する場合は、休止中の第1のオブジェクトとの対応付けを行って、休止中の第1のオブジェクトと対応付けられる第2のオブジェクトが存在した場合は、その第1のオブジェクトを休止中の状態から特徴量更新を行う状態に戻し、対応付けられた第2のオブジェクトの更新用特徴量を用いてその第1のオブジェクトの特徴量の更新を行うことを特徴とする請求項15記載のオブジェクトの更新方法。

【請求項18】 第1のオブジェクトと対応付けできな

い第2のオブジェクトが存在する時は、その第2のオブジェクトの更新用特徴量を用いて第1のオブジェクトを新たに生成することを特徴とする請求項15から請求項17のいずれかに記載のオブジェクトの更新方法。

【請求項19】 第1のオブジェクトと第2のオブジェクトを対応付ける際に、第1のオブジェクトの信頼度の変更量を計算し、その変更量を第1のオブジェクトの更新時に第1のオブジェクトの信頼度に加算することにより信頼度の変更を行い、その信頼度の変更量により第1のオブジェクトの更新度合いを変化させることを特徴とする請求項15から請求項18のいずれかに記載のオブジェクトの更新方法。

【請求項20】 第1のオブジェクトの信頼度の変更量があらかじめ設定する値未満または以下の場合には、特徴量の更新を行わないことを特徴とする請求項19に記載のオブジェクトの更新方法。

【請求項21】 第1のオブジェクトの信頼度の変更量があらかじめ設定する値未満または以下で、かつ、第1のオブジェクトの信頼度があらかじめ設定する値を超えるかまたは以上の場合には、特徴量の更新を行わないことを特徴とする請求項19に記載のオブジェクトの更新方法。

【請求項22】 第1のオブジェクトと第2のオブジェクトを対応付ける際に、請求項7から請求項11のいずれかに記載の対応付け方法を用いることを特徴とする請求項15から請求項18のいずれかに記載のオブジェクトの更新方法。

【請求項23】 第1のオブジェクトと第2のオブジェクトを対応付ける際に、請求項7から請求項11のいずれかに記載の対応付け方法を用いることを特徴とする請求項19から請求項21のいずれかに記載のオブジェクトの更新方法。

【請求項24】 第1のオブジェクトとその第1のオブジェクトに対応付けられた第2のオブジェクトとの間の特徴類似度の大きさを複数の閾値により複数のレベルに分け、そのレベル毎に異なる信頼度の変更量を用いて第1のオブジェクトの信頼度を変更することを特徴とする請求項23記載のオブジェクトの更新方法。

【請求項25】 第1のオブジェクトと第2のオブジェクトを対応付ける際に請求項12に記載の対応付け方法を用い、第1のオブジェクトと第2のオブジェクトの対応付けができた場合と、対応付けできない条件に適合した場合とでは異なる信頼度の変更量を用いて、第1のオブジェクトの信頼度を変更することを特徴とする請求項19から請求項21のいずれかに記載のオブジェクトの更新方法。

【請求項26】 第1のオブジェクトと第2のオブジェクトが対応付けられた場合は、対応付けられた第1のオブジェクトと第2のオブジェクトとの間の特徴類似度の大きさを複数の閾値により複数のレベルに分け、そのレ

ベル毎に異なる第1のオブジェクトの信頼度の変更量を用いて、第1のオブジェクトの信頼度を変更することを特徴とする請求項25記載のオブジェクトの更新方法。

【請求項27】 対応付けできない条件に適合した場合は、その条件の種類により異なる信頼度の変更量を用いて、第1のオブジェクトの信頼度を変更することを特徴とする請求項25または請求項26記載のオブジェクトの更新方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、オブジェクト指向技術で設計する計算機を使用したシステムにおいて、オブジェクトの特徴量を更新用特徴量で更新したり、特徴量を持つオブジェクト同士を対応付ける方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】オブジェクト指向技術は、計算機を使用したシステムにおいてプログラムを作成する際の有力な方法として近年急速に広まってきている。オブジェクト指向技術を用いたプログラム作成においては、プログラム内にデータと手続きからなるオブジェクトを定義し、そのオブジェクト同士のメッセージの交換によりシステムの動作を記述する。そして、システム化しようとする対象の現実の構成要素にオブジェクトが対応するため、従来のプログラム設計技術に比較し、より自然な形でシステムをソフトウェア上で記述することができる。

【0003】システムによっては、その構成要素が相互に作用しながら状態が時間とともに変化する。オブジェクト指向技術で設計したシステムにおいても、それらの構成要素に対応するオブジェクトは、相互にメッセージを交換しながらその状態を変化させていく。さらに、現実世界に実在する「物」をモデル化したオブジェクトの場合は、位置、形状、色、大きさといったその「物」が持つ特徴を持ち、それを時間的に更新することにより、各時刻における「物」を表現する。

【0004】例えば、現実世界における「物」をモデル化したオブジェクトからなるシステムでは、そのオブジェクトの特徴量を更新し、対応する現実の「物」との特徴量のずれを最小にとどめることが重要となる。特に、各時刻に入力される更新用特徴量が必ずしも正確ではない場合は、入力された更新用特徴量を現在のオブジェクトの特徴量として単純に採用するのではなく、過去の特徴量の値と現在の更新用特徴量を総合的な見地から検討し、現在の正しい特徴量を推定する必要がある。しかし、更新用特徴量と実際の特徴量からのずれは、更新用特徴量の計算の誤り、更新用特徴量の計算の基となるセンサのノイズ、対象物の質的な変化などいろいろな原因があり、全ての場合に通用する方法はないが、カルマンフィルターを用いた方法などが提案されている。

【0005】一方、現実世界における「物」をモデル化

したオブジェクトからなるシステムでは、そのオブジェクトの特徴量を用いたオブジェクトとオブジェクトの対応付けが必要となる。例えば、文字認識を行う場合には、文字をモデル化したオブジェクトと、スキャナで読み込んだ文字データに対応するオブジェクトとの対応付けを行い、文字データに対応するオブジェクトがどの文字のモデルのオブジェクトに対応するかを決定しなければならない。また、音声認識の例では、基準となる音韻データに対応するオブジェクトに、マイクロフォンから入力された音声データを対応付け、入力された音声を音韻に対応付ける処理を行う。

【0006】このようなオブジェクト間の対応付けを行う場合には、各オブジェクトの特徴量の間の距離を定義し、その距離が近いものと対応付けるのが一般的であり、そのためには各オブジェクトの特徴量をどのように定義し、どのように距離を定義するかが重要である。そして、対象に応じた特徴量の研究が、パターン認識などの分野で精力的に行われてきた。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】オブジェクト指向技術によるシステムの設計は近年になり急速に普及しているが、過去の特徴量の値と各時刻で入力される更新用特徴量から正しい特徴量を推定しオブジェクトを更新する方法は少なかった。その中で一般的に用いられるカルマンフィルターを用いた方法は、特徴量の変化が滑らかでかつ特徴量に重畳される雑音が無色雑音であることを前提とするため、一時的にセンサが故障した等の理由により、更新用特徴量自体が間違っていた場合には適用できなかった。また、特徴量の更新を行うための第1のオブジェクトと、その第1のオブジェクトの特徴量を更新するための更新用特徴量からなる第2のオブジェクトとを対応付け、対応付けられた第2のオブジェクトの更新用特徴量を用いて第1のオブジェクトの特徴量を更新する場合は、対応付けを誤るなどの理由により適切な更新用特徴量を与えられない場合もある。また、動画像の認識ではしばしば認識物体が日向から日陰に入った時の輝度値など、特徴量自体が不連続に変化することが普通であり、これもまた従来のカルマンフィルターを用いた手法では対応できなかった。

【0008】つまり、現実の状況においては、カルマンフィルターのような従来のオブジェクトの更新方法では対応できないノイズ、前処理の誤り、状況の不連続な変化が不可避であり、それに対応できないということが、第1の課題として従来のオブジェクトの更新方法にはあった。

【0009】一方、従来の特徴量と特徴量間の距離を定義し、第1のオブジェクトと第2のオブジェクトを対応付ける方法は、対応付けることが前提であり、場合によっては対応付けないという選択肢が積極的に用意されていなかった。したがって、無理矢理誤った対応付けを行

っていた。特に第2のオブジェクトを用いて第1のオブジェクトの特徴量の更新を行う場合には、その対応付け誤りにより第1のオブジェクトの特徴量が実際のものと大きくずれることにより、システムの対応付け全体が回復不能の状態に陥る場合があり、無理な対応付けは有害である。つまり、オブジェクト間の対応付けを行う場合に、センサが故障したなどの理由によりそもそも対応付け対象がないといった状況への対応ができないということが、第2の課題として従来のオブジェクトの対応付け方法にはあった。

【0010】また、オブジェクト間の対応付けに便利な特徴量と、各オブジェクトを表現するために要求される特徴量が必ずしも一致しない場合には、対応付けに有効な距離を定義することが困難であるということが、第3の課題として従来のオブジェクトの対応付け方法にはあった。例えば、動画像から動領域として車を抽出し追跡するシステムを考える。動画像から抽出される動領域を第2のオブジェクト、追跡するために時々刻々更新される車のモデルを第1のオブジェクトとし、第1、第2のオブジェクトを対応付ける場合、車のモデルとしては車の大きさ、色、形等が考えられるが、それから対応付けに有効な一つの特徴量を導くことは困難であり、個々のシステム毎に発見的手法を用いて提案されるのみであった。

【0011】また、第1、第2のオブジェクトを対応付けるシステムでは、一般に一度対応付けられたオブジェクトはなるべく対応付けないというルールが成立する場合が多い。例えば、上記した動画像から車を追跡するシステムでは、動領域と車のモデルを画像の各フレーム毎に対応付けていくが、一つの動領域に複数の車に対応したり、一つの車に複数の動領域が対応することは有り得ぬことではないが、過去2台の車があり、現在2つの動領域がある場合には、明らかに1対1対応させる方が通常はよい。しかし、従来の距離尺度を用いた対応付け方法では、オブジェクト間毎に定義される距離のみを用いて対応付けるため、上記のように1対1対応を優先させるなどの処理は考慮されないということが、第4の課題として従来のオブジェクトの対応付け方法にはあった。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記第1の課題を解決するために、本発明のオブジェクトの更新方法は、オブジェクトの特徴量と更新用特徴量の距離が大きい場合には、その更新用特徴量が正しい更新用特徴量ではないと仮定し、更新を行わなかったり新たに特徴量候補を追加してその特徴量候補を更新することにより、一時的なノイズや前処理誤りにより更新用特徴量が正しくない場合でも、オブジェクトの特徴量が誤った値にならないようにしたものである。これにより従来のオブジェクトの更新方法では対応できないノイズ、前処理の誤り、状況の不連続な変化にも対応することができる。

【0013】また、上記第2の課題を解決するために、本発明のオブジェクトの対応付け方法は、第1のオブジェクトと第2のオブジェクトを対応付ける場合に無理に対応付けを行うのではなく、あらかじめ設定する対応付けできない条件に適合するか否かを確認し、対応付けできない条件に適合した場合には対応付けを行わないようにしたものであり、センサが故障したなどの理由により、そもそも対応付け対象がないといった状況に対しても対応することができる。さらに、本発明のオブジェクトの更新方法は、オブジェクトに信頼度属性を持たせ、信頼度が低い場合にはそのオブジェクトの特徴量を更新しない休止状態に移行するなどの処理を行うことにより、無理な対応付けによる特徴量の更新を抑制し、対応付けを行わないことと実質的に同様の結果を得ることができ、もって第2の課題を間接的に解決することができる。

【0014】また、上記第3の課題を解決するために、本発明のオブジェクトの対応付け方法は、複数の特徴量から一つの特徴類似度を計算する方法を提案するものであり、オブジェクト間の対応付けを行う場合に有効な特徴量と、各オブジェクトを表現するために要求される特徴量が一致しない場合に、対応付けに有効な距離を定義することが困難であるという問題を解決することができる。

【0015】また、上記第4の課題を解決するために、本発明のオブジェクトの対応付け方法は、特徴類似度を対応付けの状況やオブジェクトの信頼度により調整するようにしたものである。

【0016】さらに、第1のオブジェクトと第2のオブジェクトを対応付け、対応付けられた第2のオブジェクトを用いて第1のオブジェクトを更新する場合、信頼度属性を第1のオブジェクトに持たせ、その信頼度の大きさにより第1のオブジェクトの特徴量の更新を制御し、その信頼度の変更量を対応付けの状況から計算することにより、上記第1の課題を解決することができ、また、信頼度の変更量を対応付けの状況によりきめ細かく変更することにより、上記第1の課題とともに、間接的に上記第2から第4の課題を解決することができる。

【0017】

【発明の実施の形態】本発明の請求項1に記載の発明によるオブジェクトの更新方法は、特徴量属性を持つオブジェクトの特徴毎に特徴量間の距離を定義し、更新用特徴量とオブジェクトの更新前の特徴量との間の距離が設定した値を越えるかまたは以上の場合には、更新用特徴量を用いずにオブジェクトの特徴量を更新するようにしたものであり、更新用特徴量がセンサや前処理の誤りにより不適切な値の場合には、オブジェクトの特徴量との距離が大きくなることを利用して、オブジェクトの特徴量が誤った更新用特徴量で更新されないようにするという作用を有する。

【0018】請求項2に記載の発明によるオブジェクトの更新方法は、特徴量属性を持つオブジェクトの特徴毎に特徴量間の距離を定義し、かつ、オブジェクトが同一の特徴に対して複数の特徴量候補を保持可能で、更新用特徴量との距離が最も近いオブジェクトの特徴量候補のみを更新するようにしたものであり、オブジェクトの更新用特徴量に最も近い特徴量候補を更新することにより、前処理、センサ、状況が不安定なために、同一の特徴量に対しても複数の値が検出される場合に、それぞれに対応した特徴量候補を更新するという作用を有する。また、請求項1に記載のオブジェクトの更新方法では、状況が変化して特徴量が不連続に変化した場合には追従できないが、請求項2に記載の発明では、そのような場合には別の特徴量候補を更新し、特徴量の不連続な変化に追従するという作用も有する。

【0019】請求項3に記載の発明によるオブジェクトの更新方法は、特徴量属性を持つオブジェクトの特徴毎に特徴量間の距離を定義し、かつ、オブジェクトが同一の特徴に対して複数の特徴量候補を保持可能で、更新用特徴量との距離が設定した値未満かまたは以下の特徴量候補のみを更新するようにしたものであり、前処理、センサ、状況が不安定なために、同一の特徴量に対しても複数の値が検出される場合に、それぞれに対応した特徴量候補を更新するという作用を有する。また、請求項1に記載のオブジェクトの更新方法では、状況が変化して特徴量が不連続に変化した場合には追従できないが、請求項3に記載の発明では、そのような場合には別の特徴量候補を更新し、特徴量の不連続な変化に追従するという作用も有する。

【0020】請求項4に記載の発明によるオブジェクトの更新方法は、請求項2または請求項3に記載の発明において、更新用特徴量とオブジェクトの更新時点で存在する全ての特徴量候補との間の距離が設定した値を越えるかまたは以上の場合は、オブジェクトに特徴量候補を新たに追加することによりオブジェクトの特徴量の更新を行うようにしたものであり、今までにオブジェクトが保持している特徴量候補に該当しない更新用特徴量が与えられた場合には、新たに特徴量候補を追加し、状況の変化や前処理の誤りに対応するという作用を有する。

【0021】請求項5に記載の発明によるオブジェクトの更新方法は、請求項2から4のいずれかに記載の発明において、特徴量候補毎に特徴量候補が最後に更新されてからの時間を計算する方法を有し、その時間が設定した値を越えるかまたは以上の場合は、その特徴量候補を削除するようにしたものであり、一時的なノイズや恒常的な状況の変化が生じた場合には、そのノイズに対応する特徴量候補や状況の変化が起こる前の特徴量候補は更新用特徴量が与えられないため更新されないことを利用して、それらが時間の経過とともに削除されるようにして、記憶領域や不必要な距離計算等を無くすという作用

を有する。

【0022】請求項6に記載の発明によるオブジェクトの更新方法は、特徴量属性を持つオブジェクトの特徴毎に特徴量間の距離を定義し、かつ、特徴量毎にそれが最後に更新されてからの時間を計算する方法を有し、更新用特徴量とオブジェクトの更新前の特徴量との間の距離が設定した第1の値を越えるかまたは以上で、かつ、その特徴量が最後に更新されてからの時間が設定した第2の値未満かまたは以下の場合は、更新用特徴量を用いずにオブジェクトの特徴量を更新するようにしたものであり、前記第2の値よりも小さい短時間に生じるノイズや前処理の誤りに対しては、オブジェクトの更新用特徴量を用いた特徴量を更新しないが、ある程度長時間続く恒常的な特徴量の変化に対しては、更新用特徴量を用いて特徴量を更新することにより追従するという作用を有する。

【0023】請求項7に記載の発明によるオブジェクトの対応付け方法は、N種類の特徴量属性を持つ第1のオブジェクトと同じ特徴量属性を持つ第2のオブジェクトの特徴毎に特徴量間の距離を定義し、各特徴毎の第1のオブジェクトと第2のオブジェクトとの特徴量間の距離を $F_i$  ( $i=1\sim N$ )とし、 $\lambda_i$ 、 $C$ を定数とする時、第1のオブジェクトと第2のオブジェクトとの間の特徴類似度 $A$ を(数3)と定義し、第1のオブジェクトに第2のオブジェクトを対応付ける際に、第1のオブジェクトとの類似度があらかじめ設定する値を越えるかまたは以上の第2のオブジェクトの中から特徴類似度が最大のものを対応付け相手として選択するようにしたものであり、種類の異なる複数の特徴量から一つの特徴類似度を定義し、それにより対応付けを決定するという作用を有する。

【0024】

【数3】

$$A = C - \sum_{i=1}^N \lambda_i F_i$$

【0025】請求項8に記載の発明によるオブジェクトの対応付け方法は、N種類の特徴量属性を持つ第1のオブジェクトと同じ特徴量属性を持つ第2のオブジェクトの特徴毎に特徴量間の距離を定義し、各特徴毎の第1のオブジェクトと第2のオブジェクトとの特徴量間の距離を $F_i$  ( $i=1\sim N$ )とし、 $C$ 、 $C_i$ 、 $\lambda_i$ を定数とする時、第1のオブジェクトと第2のオブジェクトとの間の特徴類似度 $A$ を、 $(C_i - F_i)$ が全て正の場合は(数4)で計算し、一つでも $(C_i - F_i)$ が負の場合は $A$ を負の値に設定するように定義し、第1のオブジェクトに第2のオブジェクトを対応付ける際に、第1のオブジェクトとの類似度があらかじめ設定する値を越えるかまたは以上の第2のオブジェクトの中から特徴類似度が最大のものを対応付けるようにしたものであり、種類

の異なる複数の特徴量から一つの特徴類似度を定義し、それにより対応付けを決定するという作用を有する。

【0026】

【数4】

$$A = -C + \sum_{i=1}^N \lambda_i (C_i - F_i)$$

【0027】請求項9に記載の発明によるオブジェクトの対応付け方法は、請求項7または請求項8に記載の発明において、第1のオブジェクトに第2のオブジェクトを対応付ける際に、全ての第1のオブジェクトと第2のオブジェクトの組み合わせの中で特徴類似度が最大のものから順に対応付けを確定し、対応付けを確定する毎に対応付けた第2のオブジェクトと未対応付けの第1のオブジェクトとの間の特徴類似度に、0以上1未満の値をかけるようにしたものであり、一度第1のオブジェクトと対応付けられた第2のオブジェクトは特徴類似度が小さくなるため、再度第1のオブジェクトに対応付けられる可能性が少なくなるため、例えば、2個の第1のオブジェクトに2個の第2のオブジェクトがある場合の対応付けでは、1対1対応となる可能性が高くなるという作用を有する。つまり、一方の第2のオブジェクトに両方の第1のオブジェクトが対応付けられ、第2のオブジェクトが余る可能性は低くなる。

【0028】請求項10に記載の発明によるオブジェクトの対応付け方法は、請求項7または請求項8記載の発明において、ある第1のオブジェクトと間の特徴類似度が請求項7または請求項8記載のあらかじめ設定する値を越えるかまたは以上の第2のオブジェクトが一つの場合、第1のオブジェクトと第2のオブジェクトを対応付ける前に、その第1のオブジェクトと第2のオブジェクトと間の特徴類似度に1を越える値をかけて新たな特徴類似度とし、その特徴類似度を用いて第1のオブジェクトと第2のオブジェクトを対応付けるようにしたものであり、第1のオブジェクトに対応可能な第2のオブジェクトが唯一の場合は、その対応付けを特徴類似度を大きくすることにより優先するという作用を有する。これにより、第1のオブジェクトと第2のオブジェクトが1対1対応となる可能性が高くなる。

【0029】請求項11に記載の発明によるオブジェクトの対応付け方法は、請求項7または請求項8に記載の発明において、ある第2のオブジェクトと間の特徴類似度が請求項7または請求項8記載のあらかじめ設定する値を越えるかまたは以上の第1のオブジェクトが一つの場合、第1のオブジェクトと第2のオブジェクトを対応付ける前に、その第2のオブジェクトと第1のオブジェクトと間の特徴類似度に1を越える値をかけて新たな特徴類似度とし、その特徴類似度を用いて第1のオブジェクトと第2のオブジェクトを対応付けるようにしたものであり、第2のオブジェクトに対応可能な第

1のオブジェクトが唯一の場合は、その対応付けを特徴類似度を大きくすることにより優先するという作用を有する。これにより、第1のオブジェクトと第2のオブジェクトが1対1対応となる可能性が高くなる。

【0030】請求項12に記載の発明によるオブジェクトの対応付け方法は、請求項7または請求項8に記載の発明において、特徴類似度があらかじめ設定する値未満かまたは以下の場合、あらかじめ設定する対応付けできない条件に適合するかどうかを確認し、適合する条件があった場合には対応付けを行わず、適合する条件がない場合にはそのまま対応付け処理を続行するようにしたものであり、ある第1のオブジェクトに特徴類似度だけから見れば対応付け可能な第2のオブジェクトが存在する場合でも、特徴類似度が低い場合は対応付けできない条件を検討し、その条件が満たされた場合には対応付けせず、適合する条件がない場合には対応付けすることにより、無理に対応付けを行わないという作用を有する。

【0031】請求項13に記載の発明によるオブジェクトの対応付け方法は、請求項7または請求項8に記載の発明において、第1のオブジェクトが時間とともに更新する信頼度を持ち、その信頼度が設定した値未満かまたは以下の場合にその第1のオブジェクトと全ての第2のオブジェクトと間の特徴類似度に0以上1未満の値をかけて新たな特徴類似度とし、その特徴類似度を用いて第1のオブジェクトと第2のオブジェクトを対応付けるようにしたものであり、信頼度が低い第1のオブジェクトは信頼度が高い他の第1のオブジェクトと比較して対応付けされにくくするという作用を有する。

【0032】請求項14に記載の発明によるオブジェクトの対応付け方法は、請求項7または請求項8に記載の発明において、第2のオブジェクトが信頼度を持ち、その信頼度が設定した値未満かまたは以下の場合にその第2のオブジェクトと全ての第1のオブジェクトと間の特徴類似度に0以上1未満の値をかけて新たな特徴類似度とし、その特徴類似度を用いて第1のオブジェクトと第2のオブジェクトを対応付けるようにしたものであり、信頼度が低い第2のオブジェクトは信頼度が高い他の第2のオブジェクトと比較して対応付けが後になるようにするという作用を有する。

【0033】請求項15に記載の発明によるオブジェクトの更新方法は、特徴量属性と特徴量更新のたびに更新する信頼度とを持つ第1のオブジェクトと、第1のオブジェクトの特徴量を更新するための更新用特徴量からなる第2のオブジェクトとを対応付け、第1のオブジェクトの信頼度の値が設定した値未満かまたは以下の場合、その第1のオブジェクトを消滅させるか、もしくは、更新用特徴量を用いた更新を行わない休止状態に移行させるようにしたものであり、第1のオブジェクトは、特徴量の更新を行う通常の状態（以下活動状態と呼ぶ）と、特徴量の更新を行わない休止状態の少なくとも



2つの状態を持ち、信頼度により第1のオブジェクトを消滅させたり休止状態にすることにより、不適切な特徴量の更新を行わないという作用を有する。

【0034】請求項16に記載の発明によるオブジェクトの更新方法は、請求項15に記載の発明において、第1のオブジェクトと第2のオブジェクトとを対応付ける際に、第1のオブジェクトが休止状態の場合は第2のオブジェクトと対応付けないようにするものであり、不必要な特徴量の更新を行わないことに加え、不必要な対応付けを行わないことにより対応付け誤りを回避し、正しい更新用特徴量でオブジェクトの特徴量を更新するという作用を有する。

【0035】請求項17に記載の発明によるオブジェクトの更新方法は、請求項15に記載の発明において、第1のオブジェクトと第2のオブジェクトとを対応付ける際に、休止状態ではない第1のオブジェクトと第2のオブジェクトを最初に対応付け、第1のオブジェクトと対応付けできなかった第2のオブジェクトが存在する場合は、休止中の第1のオブジェクトとの対応付けを行って、休止中の第1のオブジェクトと対応付けられる第2のオブジェクトが存在した場合は、その第1のオブジェクトを休止中の状態から特徴量更新を行う状態に戻し、対応付けられた第2のオブジェクトの更新用特徴量を用いてその第1のオブジェクトの特徴量の更新を行うようにするものであり、活動状態の第1のオブジェクトを最初に第2のオブジェクトと対応付け、活動状態の第1のオブジェクトに対応付けられなかった第2のオブジェクトがある場合には休止中の第1のオブジェクトと対応付け、不必要な対応付けを行わないことによる対応付け誤りを回避し、正しい更新用特徴量でオブジェクトの特徴量を更新するという作用を有する。

【0036】請求項18に記載の発明によるオブジェクトの更新方法は、請求項15から請求項17のいずれかに記載の発明において、第1のオブジェクトと対応付けできない第2のオブジェクトが存在する時は、その第2のオブジェクトの更新用特徴量を用いて第1のオブジェクトを新たに生成するようにするものであり、第2のオブジェクトが第1のオブジェクトと対応付けられず残った場合に、新たに第1のオブジェクトを生成し、無理矢理対応付けなかったことによる第1のオブジェクトと第2のオブジェクトの矛盾を吸収するという作用を有する。

【0037】請求項19に記載の発明によるオブジェクトの更新方法は、請求項15から請求項18のいずれかに記載の発明において、第1のオブジェクトと第2のオブジェクトを対応付ける際に、第1のオブジェクトの信頼度の変更量を計算し、その変更量を第1のオブジェクトの更新時に第1のオブジェクトの信頼度に加算することにより信頼度の変更を行い、その信頼度の変更量により第1のオブジェクトの更新度合いを変化させるように

するものであり、第1のオブジェクトと第2のオブジェクトの対応付けの様子から信頼度の変更を行い、それにより、第1のオブジェクトは活動状態から休止状態に移行し、不必要な特徴量の更新を行わないという作用を有する。さらに、その信頼度の変更量により特徴量の更新を制御し、不適切な特徴量の更新を行わないという作用を有する。

【0038】請求項20に記載の発明によるオブジェクトの更新方法は、請求項19に記載の発明において、第1のオブジェクトの信頼度の変更量があらかじめ設定する値未満または以下の場合には、特徴量の更新を行わないようにするものであり、対応付けの様子から対応付けの状況が悪い場合には信頼度の変更量を小さくして特徴量の更新を抑制し、不適切な特徴量の更新を行わないという作用を有する。

【0039】請求項21に記載の発明によるオブジェクトの更新方法は、請求項19に記載の発明において、第1のオブジェクトの信頼度の変更量があらかじめ設定する値未満または以下で、かつ、第1のオブジェクトの信頼度があらかじめ設定する値を越えるかまたは以上の場合には、特徴量の更新を行わないようにするものであり、対応付けの様子から対応付けの状況が悪い場合には信頼度の変更量を小さくし、さらに第1のオブジェクトの信頼度が大きい場合には特徴量の更新を抑制し、不適切な特徴量の更新を行わないという作用を有する。

【0040】請求項22に記載の発明によるオブジェクトの更新方法は、請求項15から請求項18のいずれかに記載の発明において、第1のオブジェクトと第2のオブジェクトを対応付ける際に、請求項7から請求項11のいずれかに記載の対応付け方法を用いるものであり、請求項7から請求項11のいずれかに記載の発明による対応付けを行い、さらに特徴量の更新を請求項15から請求項18のいずれかに記載の発明によるオブジェクトの更新法で行うことにより、不適切な対応付けを避け、かつ、不適切な更新用特徴量による更新を避けることにより、不適切な特徴量の更新を避けるという作用を有する。

【0041】請求項23に記載の発明によるオブジェクトの更新方法は、請求項19から請求項21のいずれかに記載の発明において、第1のオブジェクトと第2のオブジェクトを対応付ける際に、請求項7から請求項11のいずれかに記載の対応付け方法を用いるものであり、請求項7から請求項11のいずれかに記載の発明によるオブジェクトの対応付け方法で対応付けを行うとともにそこで信頼度の変更量を計算し、かつ、請求項19から請求項21のいずれかに記載の発明によるオブジェクトの更新法で行うことにより、不適切な対応付けを避け、かつ、不適切な更新用特徴量による更新を避けるという作用を有する。

【0042】請求項24に記載の発明によるオブジェク

トの更新方法は、請求項23に記載の発明において、第1のオブジェクトとその第1のオブジェクトに対応付けられた第2のオブジェクトとの間の特徴類似度の大きさを複数の閾値により複数のレベルに分け、そのレベル毎に異なる信頼度の変更量を用いて第1のオブジェクトの信頼度を変更するものであり、特徴類似度の大きさにより特徴量の更新を制御し、もって、不適切な更新用特徴量による更新を避けるという作用を有する。

【0043】請求項25に記載の発明によるオブジェクトの更新方法は、請求項19から請求項21のいずれかに記載の発明において、第1のオブジェクトと第2のオブジェクトに対応付ける際に請求項12に記載の対応付け方法を用い、第1のオブジェクトと第2のオブジェクトの対応付けができた場合と、対応付けできない条件に適合した場合とでは異なる信頼度の変更量を用いて、第1のオブジェクトの信頼度を変更するものであり、対応付けができた場合と対応付けできない条件に適合した場合とで異なる特徴量の更新を行い、もって、不適切な更新用特徴量による更新を避けるという作用を有する。

【0044】請求項26に記載の発明によるオブジェクトの更新方法は、請求項25に記載の発明において、第1のオブジェクトと第2のオブジェクトが対応付けられた場合は、対応付けられた第1のオブジェクトと第2のオブジェクトとの間の特徴類似度の大きさを複数の閾値により複数のレベルに分け、そのレベル毎に異なる第1のオブジェクトの信頼度の変更量を用いて、第1のオブジェクトの信頼度を変更するものであり、特徴類似度の大きさや対応付けできない条件などの対応付けの様子により、特徴量の更新の制御を行い、もって、不適切な更新用特徴量による更新を避けるという作用を有する。

【0045】請求項27に記載の発明によるオブジェクトの更新方法は、請求項25または請求項26に記載の発明において、対応付けできない条件に適合した場合は、その条件の種類により異なる信頼度の変更量を用いて、第1のオブジェクトの信頼度を変更するものであり、特徴類似度の大きさや対応付けできない条件などの対応付けの様子により、特徴量の更新の制御を行い、もって、不適切な更新用特徴量による更新を避けるという作用を有する。

【0046】以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

(実施の形態1) 図1は本発明によるオブジェクトの対応付け方法と更新方法の第1の実施の形態を示し、2次元平面上の物体をモデル化したオブジェクトを時間とともに更新するシステムの各時刻で行う処理を示したPAD (Problem Analysis Diagram) 図である。

【0047】図1において活動オブジェクトとは、2次元平面上の物体をモデル化したオブジェクトのことで、本実施の形態では、2次元平面での位置(X, Y)と、高さHという2つの特徴量を持ち、毎時刻この二つの特

徴量の更新を行う。さらに、活動オブジェクトは整数の信頼度を持つ。更新オブジェクトは、活動オブジェクトを更新するために毎時刻与えられる更新用特徴量からなるオブジェクトで、以下、更新用特徴量の位置は(x, y)、高さをhと表記する。また、休止オブジェクトとは、2次元平面上の物体をモデル化したオブジェクトのうち、オブジェクトの特徴量の外部からの更新を行わない状態のオブジェクトである。

【0048】各時刻では、現在存在する一つまたは複数の活動オブジェクトの更新用に、一つまたは複数の更新オブジェクトが与えられる。そして、各活動オブジェクトに一つの更新オブジェクトを対応付け、対応付けられた更新オブジェクトを用いて活動オブジェクトの位置、高さを更新する。

【0049】以下、図1を参照しながら本システムの動作を説明する。処理1では、全ての活動オブジェクトと更新オブジェクトとの間の特徴類似度を計算し、2次元配列に格納する。特徴類似度Aは、位置に関してはユークリッド距離、高さに関しては高さの差を特徴量間の距離として、

【0050】

【数5】

$$A = C - (\lambda_1 \sqrt{(X-x)^2 + (Y-y)^2} + \lambda_2 |h-H|)$$

で計算する。(数5)のC、 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ はそれぞれ正の定数であり、対応付けできない距離と高さの差の場合にAが負になるようにそれぞれ設定する。つまり、距離が小さくかつ高さの差が小さい場合のみAが正となる。

【0051】処理2はループ内でループ外に出る条件が満たされるまで繰り返すことを意味し、本ループの場合は処理4でループから出るまでループ内の処理を繰り返す。本ループでは活動オブジェクトと更新オブジェクトを対応付ける。

【0052】処理3では、処理1で計算した特徴類似度の2次元配列を調べ、0または正のものが存在するか否かを調べる。特徴類似度がすべて負であるということは、対応付けできる活動オブジェクトと更新オブジェクトの組がないことを示すので、その場合には処理4でループから出て対応付け処理を終える。

【0053】処理5では、特徴類似度の2次元配列を調べ、値が0または正の要素の中で最大のものを探す。そしてその特徴類似度に相当する活動オブジェクトと更新オブジェクトの組が対応付けられると判定し、そのオブジェクトの組を対応付けのリストに記述する。

【0054】処理6では、特徴類似度の2次元配列において、処理5で対応付けられた活動オブジェクトと全ての更新オブジェクトとの間の特徴類似度に相当する要素全てを-1.0に設定する。これは、同じ活動オブジェクトが2度対応付けられることを防ぐためである。さらに、ここで使用された更新オブジェクトが他の活動オブ

ジェクトと対応付けされにくいように、対応付けられた更新オブジェクトと、処理5で対応付けられた活動オブジェクト以外の活動オブジェクトとの間の特徴類似度に0.5をかける。

【0055】以上までの処理が、本実施の形態におけるオブジェクトの対応付け方法であり、(数3)に基づく特徴類似度を利用して対応付けることにより、位置と高さという基本的に異なる特徴量を持つオブジェクト間の対応付けができる。また、対応付けができない場合でも無理な対応付けを行わず、信頼性の高い対応付けを行うことができる。さらに、一度対応付けられた更新オブジェクトが再度対応付けられる可能性を小さくし、なるべく1対1に活動オブジェクトと更新オブジェクトが対応するようにし、更新オブジェクトもしくは活動オブジェクトの現在の特徴量の値が不正確な場合でも、より正確な対応付けをすることができる。

【0056】処理7のループは、更新オブジェクトと対応付けられた活動オブジェクトの特徴量を更新するためのループである。なお、本実施の形態においては、更新オブジェクトと対応付けられなかった活動オブジェクトの特徴量の値は変化させない。

【0057】処理8では、最初に活動オブジェクトが更新オブジェクトと対応付けられたか否かを判断し、対応付けられなかった場合は、処理9で活動オブジェクトの信頼度を1減じ、処理10で次の活動オブジェクトの処理に移る。

【0058】処理11では、更新オブジェクトと活動オブジェクトの位置間の距離を計算し、それがあらかじめ設定する閾値1以下の場合は活動オブジェクトの位置を更新する。本実施の形態では位置の距離は、

【0059】

【数6】

$$\sqrt{(X-x)^2 + (Y-y)^2}$$

で計算する。

【0060】処理12で行う位置の更新は、以下のように行う。

【0061】

【数7】

$$X \leftarrow \alpha X + (1.0 - \alpha)x$$

$$Y \leftarrow \alpha Y + (1.0 - \alpha)y$$

ここで $\alpha$ は一般に0以上1未満の定数で、本実施の形態では0.3に設定する。

【0062】処理13では、活動オブジェクトと更新オブジェクトの高さの間の距離を計算する。高さの距離は高さの差である $|H-h|$ で定義する。そして、その差があらかじめ設定する閾値2以下の場合は活動オブジェクトの高さを処理14で更新する

【0063】処理14で行う高さの更新は以下のよう

行う。

【0064】

【数8】

$$H \leftarrow \alpha H + (1.0 - \alpha)h$$

ここで $\alpha$ は(数7)の $\alpha$ と同一の $\alpha$ である。

【0065】処理15では、更新オブジェクトと対応付けられ特徴量を更新した活動オブジェクトの信頼度を1増やす。

【0066】以上のようにして、処理7のループにおいては、更新オブジェクトの更新用特徴量を用いて、更新オブジェクトと対応付けた活動オブジェクトの特徴量を更新し、活動オブジェクトの信頼度を対応付けの結果により変更する。したがって、本実施の形態によるオブジェクトの更新方法では、対応付けが誤っていても、特徴量間の距離が大きい場合には特徴量の更新を行わないので、前処理やノイズの影響を受け難いオブジェクトの特徴量の更新を行うことができる。

【0067】処理16は、活動オブジェクトの信頼度を調べ、活動オブジェクトの状態の変更を行うループである。本実施の形態では、オブジェクトは特徴量を更新する活動状態と更新を行わない休止状態のみであり、一旦休止状態になったオブジェクトは活動オブジェクトにはならない。活動状態の変更は、活動オブジェクトのうち、処理17で信頼度が負か否かを調べ、信頼度が負のもの全てを処理18で休止オブジェクトに変更することにより行う。オブジェクトを休止状態にすることにより、更新用特徴量が与えられないオブジェクトに無理に対応付けたり、そのために特徴量の値を劣化させるということがなくなる。

【0068】処理19は、活動オブジェクトと対応付けられなかった更新オブジェクトから活動オブジェクトを生成するループである。処理20で更新オブジェクトが活動オブジェクトに対応付けられたか否かを調べ、対応付けられなかった場合は、処理21でその更新オブジェクトから更新オブジェクトの特徴量を持ち、信頼度が0の活動オブジェクトを新たに生成する。

【0069】以上のように、本実施の形態におけるオブジェクトの対応付け方法とオブジェクトの更新方法により、ノイズ、前処理の誤り、短時間の状況の変化などの影響でオブジェクトの特徴量を劣化させることがないオブジェクトの更新を行うことができる。

【0070】なお、本実施の形態では、位置、高さの両方の特徴量で距離が閾値内の場合のみ各特徴量を更新するが、特徴量毎に更新の方法を変え、例えば高さに関しては閾値を設けず無条件で更新を行うが、位置に関しては閾値内の場合のみ更新する方法も考えられる。

【0071】また、本実施の形態では、位置、高さの両方の特徴量を用いて対応付けを行うとともに、位置、高さの双方の特徴量を更新しているが、対応付けに用いる

特徴量と更新する特徴量は同一である必要はない。例えば、活動オブジェクト、更新オブジェクトが幅という特徴量を持ち、対応付けでは本実施の形態と同様に位置、高さを用いるが、更新する際には位置、高さとともに幅も更新する方法も考えられる。

【0072】また、本実施の形態では、更新オブジェクトと対応付けできなかった活動オブジェクトは特徴量の値を変化させなかったが、それに限定されるものではない。例えば、過去の経過から活動オブジェクトの位置が変わると予想される場合は、その予測位置を新たな活動オブジェクトの特徴量とする方法も考えられる。

【0073】また、本実施の形態では、特徴量の更新に（数7）、（数8）を用いたが、これに限定されるものではない。例えば、更新の重み $\alpha$ の値を時間とともに変化させたりする方法を用いてもよい。

【0074】また、本実施の形態では、信頼度が負になった場合に活動オブジェクトを休止オブジェクトに変更したが、休止状態に変更する代わりに活動オブジェクトを消滅させてもよいし、その他の情報を組み合わせて、消滅か休止オブジェクトのいずれかになるようにしてもよい。

【0075】（実施の形態2）次に、本発明によるオブジェクトの更新方法の第2の実施の形態について、図2のPAD図を参照しながら説明する。本実施の形態におけるオブジェクトは、位置のみを特徴量として持ち、更新用特徴量としても位置が与えられる。オブジェクトは位置の候補を複数保持可能で、その位置候補毎に未更新時間カウンタとして整数の変数が設定されている。以下、図2を参照しながら、更新用位置が与えられた場合のオブジェクトの位置の更新の手順を説明する。

【0076】処理31、処理32では、与えられた更新用位置とオブジェクトの全ての位置候補との距離を計算する。距離の計算は、（数6）と同じくユークリッド距離を用いる。なお、（数6）において、 $X$ 、 $Y$ はオブジェクトの位置候補の $X$ 座標、 $Y$ 座標であり、 $x$ 、 $y$ は更新用位置の $X$ 座標、 $Y$ 座標とする。

【0077】処理33では、処理31、処理32で計算した距離の中で最小のものを探し、その距離があらかじめ設定する閾値3以下の場合は、処理34、処理35を実行する。処理34では、前記距離の中で最小のものに対応するオブジェクトの位置候補を、（数7）により更新する。さらに、処理35では、処理34で更新した位置候補に対応する未更新時間カウンタを0に設定し直す。

【0078】一方、処理33で更新用位置との距離が閾値3以下となる位置候補がなかった場合は、処理36に示すように、更新用位置を新たな位置候補としてオブジェクトに追加し、その未更新時間カウンタは0に設定する。

【0079】処理37では、全ての位置候補に対応する

未更新時間カウンタに1を足す。これにより、更新された位置候補や新たに追加された位置候補の未更新時間カウンタは1になり、その他の位置候補は最後に更新されてからの時間に応じた値となる。

【0080】処理38は、各位置候補の未更新時間カウンタの値を調べ、長時間更新されていない位置候補を削除するためのループである。処理39で各位置候補の未更新時間カウンタの値が閾値4を超えるか否かを調べ、越える場合は処理40でその位置候補を削除する。

【0081】以上のように、本実施の形態によるオブジェクトの更新方法では、特徴量の候補を複数用意し、その中で最も更新用特徴量に近い特徴量候補のみを更新するようにしたので、例えば、センサの調子が悪く、正しい値に混じって誤った固定値が更新用位置として入力される場合でも、正しい値のみを用いて正しい値に対応する特徴量候補が更新されるため、その影響を最小限にすることができる。また、センサの調子が悪くランダムな誤った位置が入力される場合、たとえ一時的に位置候補が生成されても、それは長時間更新されることはないもので、時間が経てば削除され、メモリが位置候補で一杯になる危険性を減少することができる。

【0082】（実施の形態3）次に、本発明によるオブジェクトの更新方法の第3の実施の形態について図3のPAD図を参照しながら説明する。本実施の形態におけるオブジェクトは、位置のみを特徴量として持ち、更新用特徴量としても位置が与えられる。オブジェクトは位置の候補を複数保持可能で、その位置候補毎に未更新時間カウンタとして整数の変数が設定されている。以下、図3を参照しながら、更新用位置が与えられた場合のオブジェクトの位置の更新の手順を説明する。

【0083】処理50では現在与えられている更新用位置を用いて少なくとも一つのオブジェクトの位置候補が更新されたかを示すフラグ1を0に設定する。

【0084】処理51のループはオブジェクトの各位置候補を更新用位置を用いて更新するためのループで、各位置候補毎に処理52から処理56の処理を行う。処理52では、更新用位置と現在着目している位置候補との間の距離を（数6）のユークリッド距離を用いて計算する。なお、（数6）において、 $X$ 、 $Y$ はオブジェクトの位置候補の $X$ 座標、 $Y$ 座標であり、 $x$ 、 $y$ は更新用位置の $X$ 座標、 $Y$ 座標である。処理53では、処理52で計算した距離があらかじめ設定する閾値5以下の場合にのみ位置候補を更新用位置を用いて更新するための条件分岐で、距離が閾値5以下の場合は、処理54で（数7）により位置候補を更新するとともに、処理55でその位置候補に対応する未更新時間カウンタを0にリセットする。さらに処理56では、更新用位置が少なくとも一つの位置候補を更新するために使用されたことを示すためにフラグ1を1にする。

【0085】処理57では、全ての位置候補の未更新時

間カウンタに1を足す。次に処理58は、フラグ1が0の場合、つまり、更新用位置がどの位置候補の更新にも使用されなかった場合に、処理59を実行するための条件分岐である。処理59では、オブジェクトの位置候補の更新に使用されなかった更新用位置から新たに位置候補を生成し、その未更新時間カウンタを0に設定する。

【0086】処理60は更新されなくなった位置候補を削除するためのループで、処理61、処理62で未更新時間カウンタが閾値6を越える位置候補があれば削除する。

【0087】以上のように、本実施の形態によるオブジェクトの更新方法では、特徴量の候補を複数用意し、その中で更新用特徴量に近い特徴量候補のみを更新するようにしたので、例えば、センサの調子が悪く、正しい値に混じって誤った固定値が更新用位置として入力される場合でも、正しい値のみを用いて正しい値に対応する特徴量候補が更新されるため、その影響を最小限にすることができる。また、センサの調子が悪く、ランダムな誤った位置が入力される場合、たとえ一時的に位置候補が生成されても、それは長時間更新されることはないの、時間が経てば削除され、メモリが位置候補で一杯になる危険性を減少することができる。

【0088】(実施の形態4)次に、本発明によるオブジェクトの更新方法の第4の実施の形態について、図4のPAD図を参照しながら説明する。本実施の形態におけるオブジェクトは、位置のみを特徴量として持ち、更新用特徴量としても位置が与えられる。活動オブジェクトは、未更新時間カウンタとして整数の変数を持つ。以下、図4を参照しながら、更新用位置が与えられた場合のオブジェクトの位置の更新の手順を説明する。

【0089】処理70では、オブジェクトの位置と与えられた更新用位置との距離を(数6)のユークリッド距離を用いて計算する。なお、(数6)において、 $X$ 、 $Y$ はそれぞれオブジェクトの位置の $X$ 座標、 $Y$ 座標、 $x$ 、 $y$ は更新用位置の $X$ 座標、 $Y$ 座標とする。そして処理71で、その距離が閾値7以上の場合、処理72に分岐し、そうでない場合、つまり距離が閾値7未満の場合は処理76に分岐する。

【0090】処理72では、オブジェクトの未更新時間カウンタの値を調べ、その値が閾値8を越えている場合には、処理73に分岐し、オブジェクトの位置を(数7)により更新し、処理74で未更新時間カウンタを0に再設定する。なお、処理72での更新における(数7)の $\alpha$ は一般に処理76で用いる $\alpha$ より大きくなるが、1.0を越える値にはせず、本実施の形態では0.3とする。

【0091】処理72で未更新時間カウンタが閾値8を

越えていない場合は、処理75に分岐し、オブジェクトの更新用位置を用いた更新は行わず、オブジェクトの位置は変更せずに、未更新時間カウンタに1を足す。

【0092】また、処理71から処理76に分岐した場合は、オブジェクトの位置を(数7)により更新するが、この時の $\alpha$ は処理73の $\alpha$ よりも小さくし、本実施の形態では0.1とする。そして、処理77で未更新時間カウンタを0に再設定する。

【0093】以上のように、本実施の形態によるオブジェクトの更新方法では、オブジェクトの位置と更新用位置との距離が大きく、かつ、未更新時間が長くない場合には位置を更新しないようにしたので、ノイズなどにより更新用位置が誤っている場合には、その誤った更新用位置を用いてオブジェクトの位置を更新することがなく、もって、より正しいオブジェクトの位置の更新ができる。さらに、未更新時間が長い場合は更新を行うことにより、仮に状況の変化によりオブジェクトの位置が急激に変化した場合や、何らかの理由によりオブジェクトの位置自体が大きく間違っていた場合でも、時間が経過すれば正しい位置に更新されるようになる。

【0094】(実施の形態5)次に、本発明によるオブジェクトの対応付け方法とオブジェクトの更新方法の第5の実施の形態について、図5のPAD図を参照しながら説明する。本実施の形態におけるオブジェクトは、位置と高さの特徴量として持ち、更新用特徴量としても高さ位置が与えられる。以下、図5を参照しながら、オブジェクト同士を対応付け、一方のオブジェクトの特徴量を更新する手順について説明する。

【0095】図5において、活動オブジェクトとは、実施の形態1と同じく、2次元平面上の物体をモデル化したオブジェクトのことで、本実施の形態では、2次元平面での位置( $X$ 、 $Y$ )と、高さ $H$ という2つの特徴量を持ち、毎時刻特徴量の更新を行う。さらに、活動オブジェクトは整数の信頼度を持つ。更新オブジェクトは、活動オブジェクトを更新するために毎時刻与えられる更新用特徴量からなるオブジェクトで、更新用特徴量の位置を( $x$ 、 $y$ )、高さを $h$ と表記する。また、休止オブジェクトとは2次元平面上の物体をモデル化したオブジェクトのうち、オブジェクトの特徴量の外部からの更新を行わない状態のオブジェクトである。

【0096】処理80では、全ての活動オブジェクトと更新オブジェクトとの間の特徴類似度を計算し、2次元配列に格納する。特徴類似度 $A$ は、位置に関してはユークリッド距離、高さに関しては高さの差を特徴量間の距離として、

【0097】

【数9】

$$A = \left\{ \begin{array}{l} -1.0 \\ \lambda_1(C_1 - \sqrt{(X-x)^2 + (Y-y)^2}) + \lambda_2(C_2 - |h-H|) - C \end{array} \right\}$$

$$|h-H| < C_2 \text{ または } \sqrt{(X-x)^2 + (Y-y)^2} < C_1$$

それ以外

で計算する。(数9)のC、C<sub>1</sub>、C<sub>2</sub>、λ<sub>1</sub>、λ<sub>2</sub>はそれぞれ正の定数である。このように設定することにより、位置、高さ、いずれかの距離が閾値を越える場合には無条件に特徴類似度Aは負となり、さらに、各特徴量における類似度とみなすことができる

【0098】

【数10】

$$C_1 - \sqrt{(X-x)^2 + (Y-y)^2}$$

【0099】

【数11】

$$C_2 - |h-H|$$

の重み付け和がCを越えた場合のみ、Aは正となる。

【0100】処理81では、処理80で計算された特徴類似度を図6で示すアルゴリズムにより修正する。以下、図6を参照しながら処理81の内容について説明する。

【0101】図6において、処理101は活動オブジェクト毎に、活動オブジェクトの信頼度と、活動オブジェクトに対応する可能性のある更新オブジェクトの数とによる特徴類似度の修正を行うループである。

【0102】処理102、処理103では、活動オブジェクトの信頼度が閾値9を越える場合には、その活動オブジェクトと全ての更新オブジェクトとの間の正の特徴類似度に1未満の定数D<sub>1</sub>をかける。つまり、信頼度の高い活動オブジェクトが信頼度の低い活動オブジェクトよりも対応付けが優先されるようにする。したがって、信頼度の低い活動オブジェクトは、更新オブジェクトと対応付けられる可能性が低くなって休止状態に移行しやすくなり、信頼度の高い対応付けと更新ができるようになる。なお、本実施の形態では、D<sub>1</sub>として0.8を用いている。

【0103】処理104、処理105では、ある活動オブジェクトに対応付けられる可能性のある更新オブジェクトが唯一つの場合は、その活動オブジェクトとその更新オブジェクトとの間の特徴類似度に1を越える定数D<sub>2</sub>をかける。本実施の形態ではD<sub>2</sub>として1.2を用いる。この処理により、例えば、A、Bという二つの活動オブジェクトと、a、bという更新オブジェクトがあり、その間の特徴類似度が(表1)のようになっている場合、Aとa、Bとbが対応付けられ、特徴類似度がノイズなどを含む場合でも、より信頼性の高い対応付けが

できる。なお、(表1)の例では、処理104、処理105の処理がない場合には、A、Bともにbに対応付けられる。

【0104】

【表1】

	A	B
a	2.5	-1.0
b	2.6	2.5

【0105】処理106から処理108のループは、ある更新オブジェクトに対応付けられる可能性のある活動オブジェクトがただ一つの場合は、その更新オブジェクトとその活動オブジェクトとの間の特徴類似度に1を越える定数D<sub>3</sub>をかける。D<sub>3</sub>としては、本実施の形態では1.2を用いる。この処理により、その更新オブジェクトと活動オブジェクトとの間の対応付けが優先され、更新オブジェクトが活動オブジェクトと対応付けられることなく余る可能性が減少する。

【0106】以上のように、本実施の形態では、図6の処理で特徴類似度を対応付ける前に特徴類似度を修正することにより、より信頼性の高いオブジェクトの対応付け方法を実現している。

【0107】処理82から処理86のループは、対応付けを確定するためのループである。本ループにおける処理は実施の形態1の図1の処理2から処理6のループと同一の処理のため、ここでは説明を省略する。

【0108】処理87のループは、更新オブジェクトと対応付けられた活動オブジェクトの位置と高さを更新するループである。処理88から処理90では、活動オブジェクトが更新オブジェクトと対応付けられなかった場合は、その活動オブジェクトの位置、高さを更新せず、信頼度を1だけ減らして次の活動オブジェクトの処理に移る。

【0109】処理91では、更新オブジェクトと対応付けられた活動オブジェクトの更新を行う。位置、高さの更新は(数7)、(数8)を用いて行う。処理92では、活動オブジェクトの信頼度を1増やす。

【0110】処理93から処理95のループでは、更新オブジェクトと対応付けられず、信頼度が負になった活動オブジェクトを休止オブジェクトに変更する。

【0111】処理96は、活動オブジェクトと対応付けられなかった更新オブジェクトの処理のループである。処理97から処理98では、活動オブジェクトに対応付け

られなかった場合、未対応更新オブジェクトと休止オブジェクトとの対応付けと、更新オブジェクトと対応付けられた休止オブジェクトの更新を行う。以下、図7を参照しながら処理98の対応付け処理を説明する。

【0112】図7において、処理111は、現在注目している活動オブジェクトと対応付けできなかった更新オブジェクトと、全ての休止オブジェクトとの間の特徴類似度Aを計算する。特徴類似度Aは、活動オブジェクトと同様に(数9)で行う。

【0113】次に処理112では、特徴類似度に正のものがある場合には、特徴類似度を最大にする休止オブジェクトと更新オブジェクトが対応するとみなし、処理113以降の処理を行う。処理113では、休止オブジェクトを活動オブジェクトに変更し、処理114では、その活動オブジェクトの位置、高さに更新オブジェクトの値をコピーする。そして、この活動オブジェクトの信頼度を処理115で1に設定する。

【0114】以上のように、本実施の形態によるオブジェクトの更新方法では、更新オブジェクトが活動オブジェクトと対応付けられない時には、休止オブジェクトとの対応付けを試み、対応付けできた場合には、その更新オブジェクトの値を用いて休止オブジェクトを活動オブジェクトに変更して更新するようにしたので、活動オブジェクトが一時的に更新オブジェクトが与えられないために休止状態になっても、再度更新オブジェクトが与えられるようになれば再び活動状態にして、特徴量の更新を再開する。よって、センサや前処理の誤りにより、一時的に更新用特徴量が供給されなくとも、影響を最小限にし、信頼性の高いオブジェクトの更新ができる。

【0115】また、本実施の形態におけるオブジェクトの対応付け方法とオブジェクトの更新方法では、従来のオブジェクトの更新方法では対応できないノイズ、前処理の誤り、状況の不連続な変化に対応でき、更新オブジェクトが与えられなくとも一時的にオブジェクトを休止状態にすることにより対応が可能である。さらに、位置、高さという異なる特徴量から特徴類似度を定義し、従来は困難であった対応付けを可能にしている。また、1対1対応を優先させる処理を導入し、より信頼性の高いオブジェクトの対応付けを可能にしている。

【0116】(実施の形態6)次に、本発明によるオブジェクトの対応付け方法とオブジェクトの更新方法の第6の実施の形態について、図8のPAD図を参照しながら説明する。図8は2次元平面上の物体をモデル化したオブジェクトを更新するシステムにおける各時刻での処理を示している。本実施の形態におけるオブジェクトは、位置を特徴量として持ち、更新用特徴量としても位置が与えられる。以下、図8を参照しながら、オブジェクト同士を対応付け、一方のオブジェクトの特徴量を更新する手順について説明する。

【0117】図8において、活動オブジェクトとは、実

施の形態1と同じく、2次元平面上の物体をモデル化したオブジェクトのことで、本実施の形態では、2次元平面での位置(X, Y)という特徴量を持ち、毎時刻位置の更新を行う。各活動オブジェクトは整数の信頼度を持ち、信頼度の変更量を保持する記憶領域を持つ。また、休止オブジェクトとは、2次元平面上の物体をモデル化したオブジェクトのうち、オブジェクトの特徴量の外部からの更新を行わない状態のオブジェクトである。さらに、更新オブジェクトとは、活動オブジェクトを更新するために毎時刻与えられる更新用特徴量からなるオブジェクトで、更新用特徴量の位置は(x, y)と表記する。

【0118】処理120では、全ての活動オブジェクトと現在与えられた全ての更新オブジェクトとの間の特徴類似度を計算し、2次元配列に格納する。特徴類似度の計算は、ユークリッド距離を利用して、C1を定数として(数10)で計算する。

【0119】処理121は、活動オブジェクトと更新オブジェクトを対応付ける第1のループで、処理122、処理123で示すように、閾値10以上の特徴類似度がなくなるまで、ループを繰り返す。

【0120】処理124では、閾値10を越える特徴類似度のうち、最大の特徴類似度に対応する活動オブジェクトと更新オブジェクトの組で対応付けを確定する。

【0121】処理125では、処理124で対応付けられた活動オブジェクトに対応する信頼度の変更量を3に設定する。さらに、処理126では、特徴類似度の2次元配列において、処理124で対応付けられた活動オブジェクトと全ての更新オブジェクトとの間の特徴類似度に相当する要素全てを-1.0に設定して特徴類似度の修正を行なう。これは、同じ活動オブジェクトが再度対応付けられることを防ぐためである。さらに、ここで対応付けられた更新オブジェクトが他の活動オブジェクトと再度対応付けされにくいように、対応付けられた更新オブジェクトと、処理124で対応付けられた活動オブジェクト以外の活動オブジェクトとの間の特徴類似度に0.5をかけて特徴類似度の修正を行なう。

【0122】以上のようにして、処理121のループでは、閾値10よりも大きな特徴類似度を持つ活動オブジェクトと更新オブジェクトとの組み合わせで、まず対応付けを確定する。

【0123】次に、処理127のループでは、処理121のループで対応付けることができなかった活動オブジェクトに対して処理を行う。本ループで、処理121で対応付けられなかった各活動オブジェクト毎に行う処理を示したのが、図9である。以下、図9を参照しながら未対応の活動オブジェクトの処理を説明する。

【0124】図9において、処理140では、更新オブジェクトと対応付けのできていない活動オブジェクトに対して、更新オブジェクトと対応付けできない条件に適

合するか否かをチェックする。本システムにおいては、本条件として、活動オブジェクトの位置があらかじめ指定する矩形領域内の場合とする。つまり、

【0125】

【数12】

$$X_{\min} < X < X_{\max} \quad \text{かつ} \quad Y_{\min} < Y < Y_{\max}$$

を満たせば、対応付けできない条件に適合するとみなす。ここで、 $X_{\max}$ 、 $X_{\min}$ 、 $Y_{\max}$ 、 $Y_{\min}$  はそれぞれ定数である。この条件は、例えばある矩形領域内はセンサの検出範囲外で、更新用位置を検出することができない場合に相当する。そして、(数12)が満たされた場合は、処理141においてその活動オブジェクトの信頼度の変更量を2に設定する。

【0126】処理141で(数12)の条件に適合しなかった場合は、処理142に移る。ここではまず、その活動オブジェクトに対して正の特徴類似度を持つ更新オブジェクトが存在するか、つまり、対応付け可能な更新オブジェクトが存在するかを調べる。そして、そのような更新オブジェクトが存在する場合には、その中で最も特徴類似度が大きい更新オブジェクトと対応付けを確定し、活動オブジェクトの信頼度の変更量を1に設定する処理を、処理143、処理144で行う。

【0127】処理142で特徴類似度が正の更新オブジェクトがない場合には、処理145で、活動オブジェクトの信頼度変更量を-1に設定する。

【0128】以上のようにして、図8の処理127のループでは、処理121のループで対応付けできなかった活動オブジェクトに対し、あらかじめ設定する適合できない条件に対応する場合には、無理に更新オブジェクトと対応付けず、条件に適合できなかった場合には、特徴類似度を正にする更新オブジェクトが存在すれば対応付ける。したがって、活動オブジェクトに対応付けられる更新オブジェクトが何らかの理由で与えられない場合には、無理に更新オブジェクトに対応付けないので、より信頼性の高いオブジェクトの対応付けを行うことができる。

【0129】次に処理129、処理130のループでは、各活動オブジェクトの位置、状態の更新を行う。以下、図10を参照しながら、本ループにおける各活動オブジェクトの更新の方法について説明する。

【0130】最初に処理150では、活動オブジェクトが更新オブジェクトと対応付けられたかをチェックし、対応付けられた場合には、処理151に進む。そして処理151では、信頼度の変更量により、活動オブジェクトが閾値10以上の特徴類似度で対応付けられたか、それ未満で対応付けられたかを判断する。そして、閾値10以上の特徴類似度で対応付けられた場合には、処理152で示すように、活動オブジェクトの位置の更新を(数7)の $\alpha$ を0.3にして行う。また、閾値10未満

の特徴類似度で対応付けられた場合には、処理153で示すように、活動オブジェクトの位置の更新を(数7)の $\alpha$ を0.1にして行う。

【0131】特徴類似度が小さい場合には、更新用オブジェクトの特徴量の精度が悪いと考えられ、このように対応付けた際の特徴類似度の値により更新の度合いを変えることにより、精度の悪い更新オブジェクトの特徴量の影響を減少させることができる。

【0132】なお、活動オブジェクトに更新オブジェクトが対応付けられない条件に適合する場合と、この条件に適合せずかつ更新オブジェクトが対応付けられない場合には、活動オブジェクトの位置の更新は、現在の値をそのまま利用することにより行うため、ここでは特に対応する処理を記載していない。

【0133】次に処理154では、活動オブジェクトの信頼度に対応付けの際に計算した各活動オブジェクトの信頼度の変更量を加算する。そして、処理155で結果の信頼度が負になった場合には、処理156で、その活動オブジェクトを休止状態に変更する。

【0134】以上のようにして、図8の処理129、処理130のループでは、各活動オブジェクト毎に、対応付けの特徴類似度の値により異なる更新を行うとともに、対応付けの際に計算する信頼度の変更量により信頼度を変更し、活動オブジェクトの状態の変更を行う。

【0135】以上のように、本実施の形態によるオブジェクトの対応付け方法およびオブジェクトの更新方法では、対応付けの際の特徴類似度の値や対応付けできない条件に適合するか否かで更新用の特徴量の信頼性を推定し、それを基にオブジェクトの特徴量の更新や状態への変更を行うため、更新用の特徴量の信頼性が低い場合にも、より正確な対応付けができるとともに、より正確な特徴量と状態の変更を実現することができる。

【0136】また、あらかじめ対応付けできない条件を設定し、それに適合する場合には無理に対応付けを行わないため、より正確な対応付けができるとともに、誤った対応付けによるオブジェクトの特徴量および状態の誤った更新を防ぐことができる。

【0137】なお、本実施の形態では、対応付けできない条件として、更新オブジェクトの位置の値を用いたが、例えば、センサの活動状況や更新オブジェクトの信頼度等の情報を別に付加して、それで判断してもよく、更新オブジェクトの特徴量から判断することに限定されるものではない。

【0138】(実施の形態7)次に、本発明によるオブジェクトの対応付け方法とオブジェクトの更新方法の第7の実施の形態について、図11のPAD図を参照しながら説明する。以下、オブジェクト同士を対応付け、一方のオブジェクトの特徴量を更新する手順について説明する。

【0139】図11において、活動オブジェクトとは、



実施の形態1と同じく、2次元平面上の物体をモデル化したオブジェクトのことで、本実施の形態では、2次元平面での位置(X, Y)という特徴量を持ち、毎時刻位置の更新を行う。各活動オブジェクトは整数の信頼度を持ち、信頼度の変更量を保持する記憶領域を持つ。また、休止オブジェクトとは、2次元平面上の物体をモデル化したオブジェクトのうち、オブジェクトの特徴量の外部からの更新を行わない状態のオブジェクトである。さらに、更新オブジェクトとは、活動オブジェクトを更新するために毎時刻与えられる更新用特徴量からなるオブジェクトで、更新用特徴量の位置(x, y)の他に、更新オブジェクトを生成する際に計算される信頼度を持つ。この信頼度は、例えばセンサの状況や、ノイズの大きさなどから計算される。以下、図11を参照しながら、ある時刻におけるオブジェクトの対応付けと更新について説明する。

【0140】処理160では、実施の形態6の図8の処理120と同一の方法で活動オブジェクトと更新オブジェクトとの間の特徴類似度を計算する。

【0141】処理161から処理163のループでは、更新オブジェクトの信頼度が閾値11以下の場合に、そ

$$X < X'_{\min} \text{ または } X > X'_{\max} \text{ または } Y < Y'_{\min} \text{ または } Y > Y'_{\max}$$

を満たす場合には処理173を実行し、それ以外の場合には処理174から処理177の処理を実行する分岐処理を行う。なお、ここで(数13)は、例えばセンサの位置計測範囲外であることを示す条件に相当し、

$X'_{\max}$ 、 $X'_{\min}$ 、 $Y'_{\max}$ 、 $Y'_{\min}$  は定数である。

【0146】処理172では、更新オブジェクトと未対応の活動オブジェクトの位置があらかじめ設定する矩形領域内の場合には、再び現れて検出される可能性があるとして、信頼度の変更量を0に設定する。

【0147】処理173では、更新オブジェクトと未対応の活動オブジェクトの位置があらかじめ設定する矩形領域外に出た場合には、再び現れて検出される可能性が低い。したがって、活動オブジェクトを早めに休止状態に移行させるため、信頼度の変更量を-2に設定する。

【0148】処理174では、更新オブジェクトと対応付けできない条件に適合しなかった更新オブジェクトと未対応の活動オブジェクトに対して、特徴類似度が正の更新オブジェクトがあるか否かを調べ、特徴類似度が正の更新オブジェクトがある場合には、処理175でその中で特徴類似度を最大にする更新オブジェクトで対応を確定し、処理176で活動オブジェクトの信頼度変更量を1に設定する。また、特徴類似度が正の更新オブジェクトがない場合には、対応付けができなかったと判断し、処理177でその活動オブジェクトの信頼度の変更量を-1に設定する。

【0149】以上のように、本実施の形態によるオブジ

の更新オブジェクトと全ての活動オブジェクトとの間の特徴類似度に0.8をかける処理で、更新オブジェクトの信頼性が低い場合にはなるべく対応付けないようにする効果を持つ。

【0142】処理164は、実施の形態6の図8の処理121から処理126のループと同一の処理を行うので、ここでは説明を省略する。

【0143】処理165から、処理166のループは、処理164で対応付けられなかった全ての活動オブジェクト毎に処理を行うループで、以下、図12を参照しながら説明する。

【0144】図12は処理164で対応付けられなかった活動オブジェクトに行う処理のPAD図である。処理171では、活動オブジェクトの位置があらかじめ設定する矩形領域内、つまり(数12)を満たす場合には処理172を実行し、この条件を満たさないが活動オブジェクトの位置があらかじめ設定する矩形領域外、つまり、

【0145】

【数13】

エクトの対応付け方法では、特徴類似度の値と、更新オブジェクトが対応付けできない条件の種類により、信頼度の変更量を変化させ、更新オブジェクトと対応付けできない条件に適合する場合には、無理に活動オブジェクトと更新オブジェクトを対応付けないので、より信頼性の高い対応付けを行うことができる。

【0150】図11の処理167から、処理168は、全ての活動オブジェクトの位置と状態を更新するためのループである。以下、図13を参照しながら、オブジェクトの更新方法について説明する。

【0151】図13は本実施の形態における活動オブジェクトの更新の方法のPAD図である。処理180は信頼度の変更量が2より大きい場合、つまり、図11の処理164のループで対応付けが確定された場合には、処理181で、活動オブジェクトの位置を(数7)の $\alpha$ を0.3にして更新する。

【0152】そして処理182で活動オブジェクトの信頼度を変更し、処理183、処理184で、信頼度が負になった活動オブジェクトを休止状態に変更する。

【0153】以上のように、本実施の形態によるオブジェクトの更新方法では、対応付けの際の特徴類似度が閾値を越える場合にのみ、活動オブジェクトの位置を更新するため、更新用特徴量の信頼性が低い場合には活動オブジェクトの特徴量を更新しないので、より信頼性の高いオブジェクトの更新を行うことができる。

【0154】また、活動オブジェクトに対応付けできない条件を複数用意し、その条件の種類により信頼度の変

更量を変えることにより、活動オブジェクトの状態を状況に合わせて制御することができる。その結果、例えばセンサの検出範囲外に活動オブジェクトがモデル化している物体が出ていった場合には、迅速にその活動オブジェクトを休止状態に移行させ、誤った対応付けと誤った特徴量の更新を防ぐことができる。

【0155】(実施の形態8)次に、本発明によるオブジェクトの対応付け方法とオブジェクトの更新方法の第8の実施の形態について、図14のPAD図を参照しながら説明する。なお、本実施の形態は、実施の形態7における図11の処理168の処理を図13の処理の代わりに図14の処理に変えたものであるため、図14のみを説明し、その他の部分の説明は省略する。

【0156】処理190は信頼度の変更量が2より大きい場合、つまり、図11の処理164のループで対応付けが確定された場合には、処理191で、活動オブジェクトの位置を(数7)の $\alpha$ を0.3にして更新する。

【0157】次に、処理192では、信頼度の変更量が1に等しく、かつ、活動オブジェクトの信頼度が10未満の場合、つまり、図12の処理175で対応付けを確定されかつ活動オブジェクトの信頼度が閾値を越えない場合に、処理193で活動オブジェクトの位置を(数7)の $\alpha$ を0.1にして更新する。

【0158】そして、処理194から処理196で活動オブジェクトの信頼度を変更し、信頼度が負になった活動オブジェクトを休止状態に変更する。

【0159】以上のように、本実施の形態によるオブジェクトの更新方法では、信頼度の変更量が閾値よりも小さく、かつ、活動オブジェクトの信頼度が大きい場合には、更新用特徴量の信頼性が低いとしてオブジェクトの特徴量の更新を行わないので、より信頼性の高い更新を行うことができる。一方、更新用特徴量の信頼性が低くとも、活動オブジェクトの信頼性が低い場合には更新を行うので、例えば、活動オブジェクトが特徴量で更新されるようになってから時間が経っておらず、その特徴量が十分本来の値を反映していない場合には更新を行い、正しい値に収束するようにすることができる。

【0160】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、一時的なノイズ、前処理誤り、状況の不連続な変化等によりオブジェクトを更新するために与えられる特徴量が間違っている場合やそれまでの値と大きく変化する場合でも、その影響によりオブジェクトの特徴量が間違った値になることを防ぎ、かつ、状況の不連続な変化にも追従するようにオブジェクトを更新することができる。

【0161】本発明はまた、オブジェクトを対応付ける際には無理に対応付けしないため、対応付けの誤りを防ぐとともに、その対応付けの誤りに起因する特徴量の更新をも防ぐことができる。

【0162】本発明はまた、オブジェクトの特徴量が複数の異なる個々の特徴量から構成されている場合でも、それらを統一的に扱う特徴類似度を導入することにより、信頼性の高い対応付けを行うことができる。

【0163】本発明はまた、対応付けの際には単に特徴類似度の値を用いるのではなく、1対1対応を優先させるなどの処理を導入しているため、複数のオブジェクトと複数のオブジェクトの対応付けをより信頼性高く行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるオブジェクトの対応付け方法と更新方法の第1の実施の形態のPAD図

【図2】本発明によるオブジェクトの更新方法の第2の実施の形態のPAD図

【図3】本発明によるオブジェクトの更新方法の第3の実施の形態のPAD図

【図4】本発明によるオブジェクトの更新方法の第4の実施の形態のPAD図

【図5】本発明によるオブジェクトの対応付け方法と更新方法の第5の実施の形態のPAD図

【図6】第5の実施の形態における特徴類似度の修正法のPAD図

【図7】第5の実施の形態における休止オブジェクト更新オブジェクトの対応付け方法と休止オブジェクトの更新方法のPAD図

【図8】本発明によるオブジェクトの対応付け方法と更新方法の第6の実施の形態のPAD図

【図9】第6の実施の形態の更新オブジェクトと活動オブジェクトを対応付ける方法の一部のアルゴリズムのPAD図

【図10】第6の実施の形態における活動オブジェクトの更新方法のPAD図

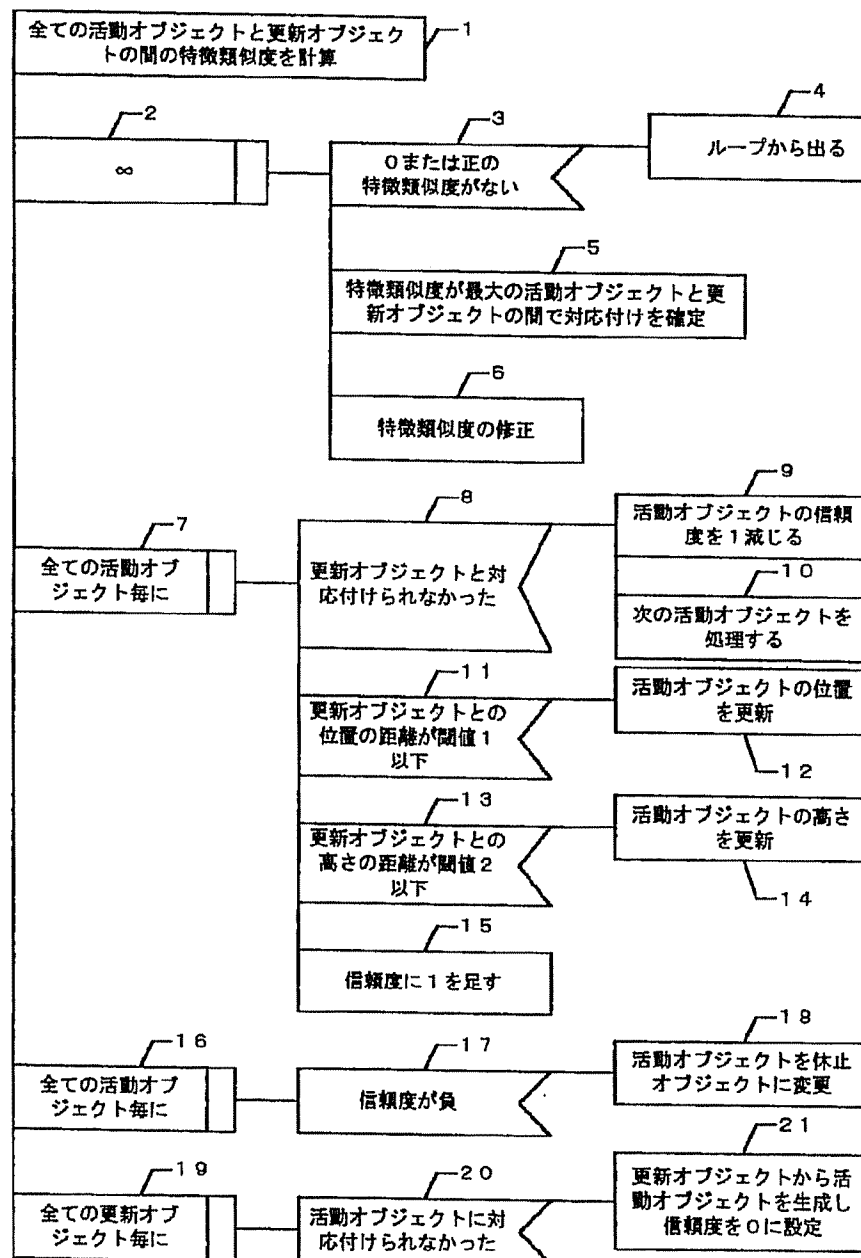
【図11】本発明によるオブジェクトの対応付け方法と更新方法の第7の実施の形態のPAD図

【図12】第7の実施の形態の更新オブジェクトと活動オブジェクトを対応付ける方法の一部のアルゴリズムのPAD図

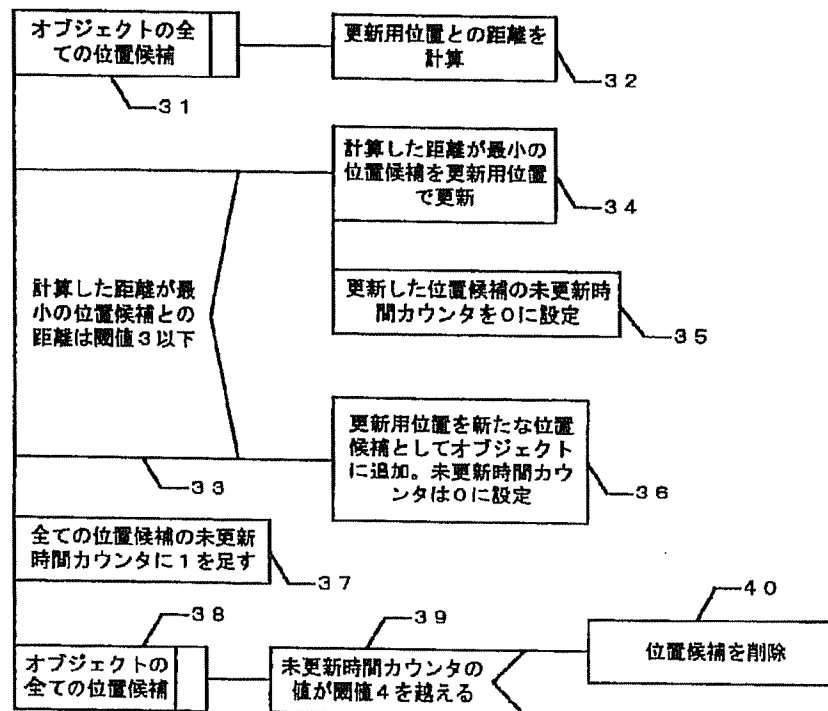
【図13】第7の実施の形態における活動オブジェクトの更新方法のPAD図

【図14】第8の実施の形態における活動オブジェクトの更新方法のPAD図

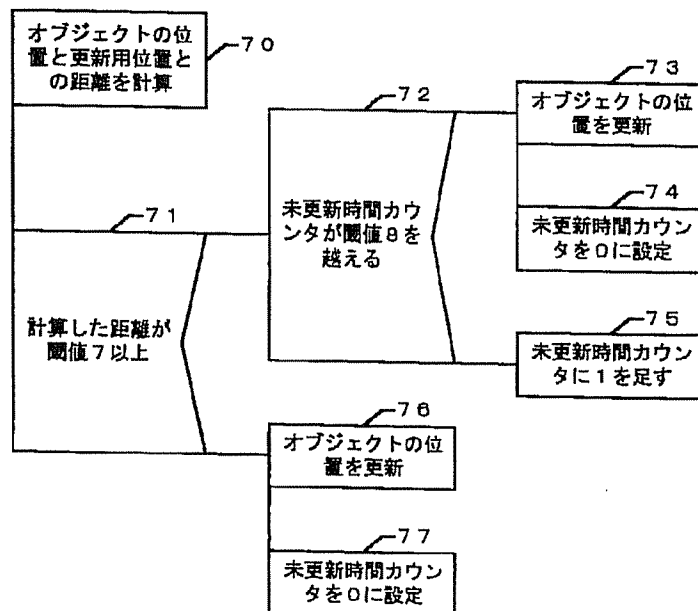
【図1】



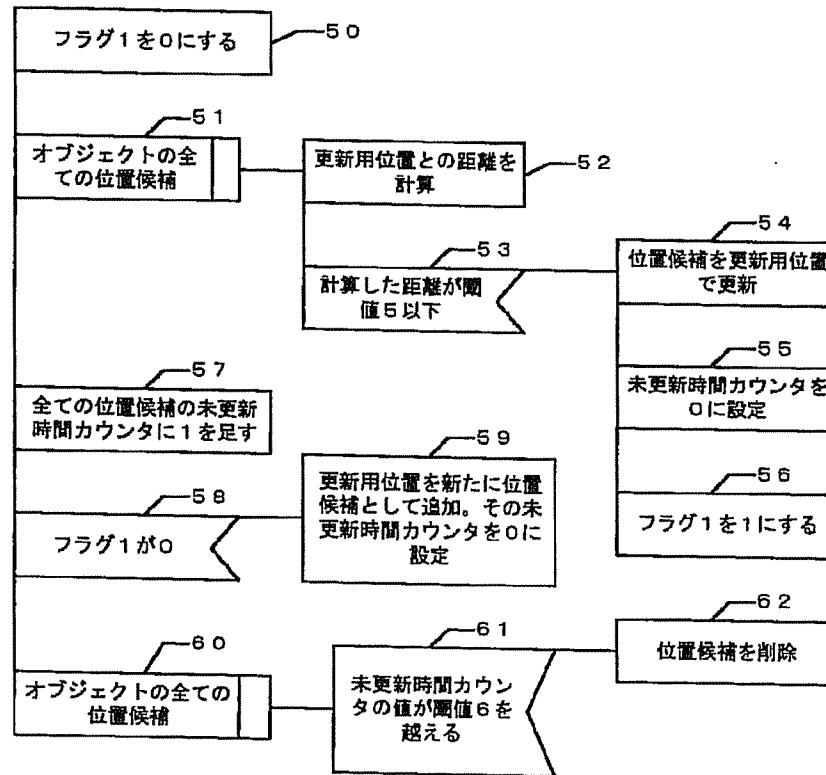
【図2】



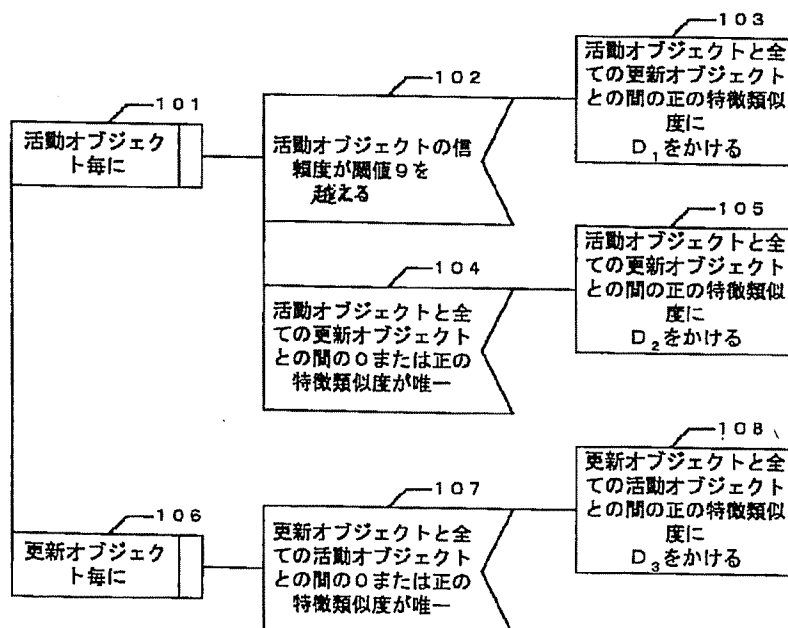
【図4】



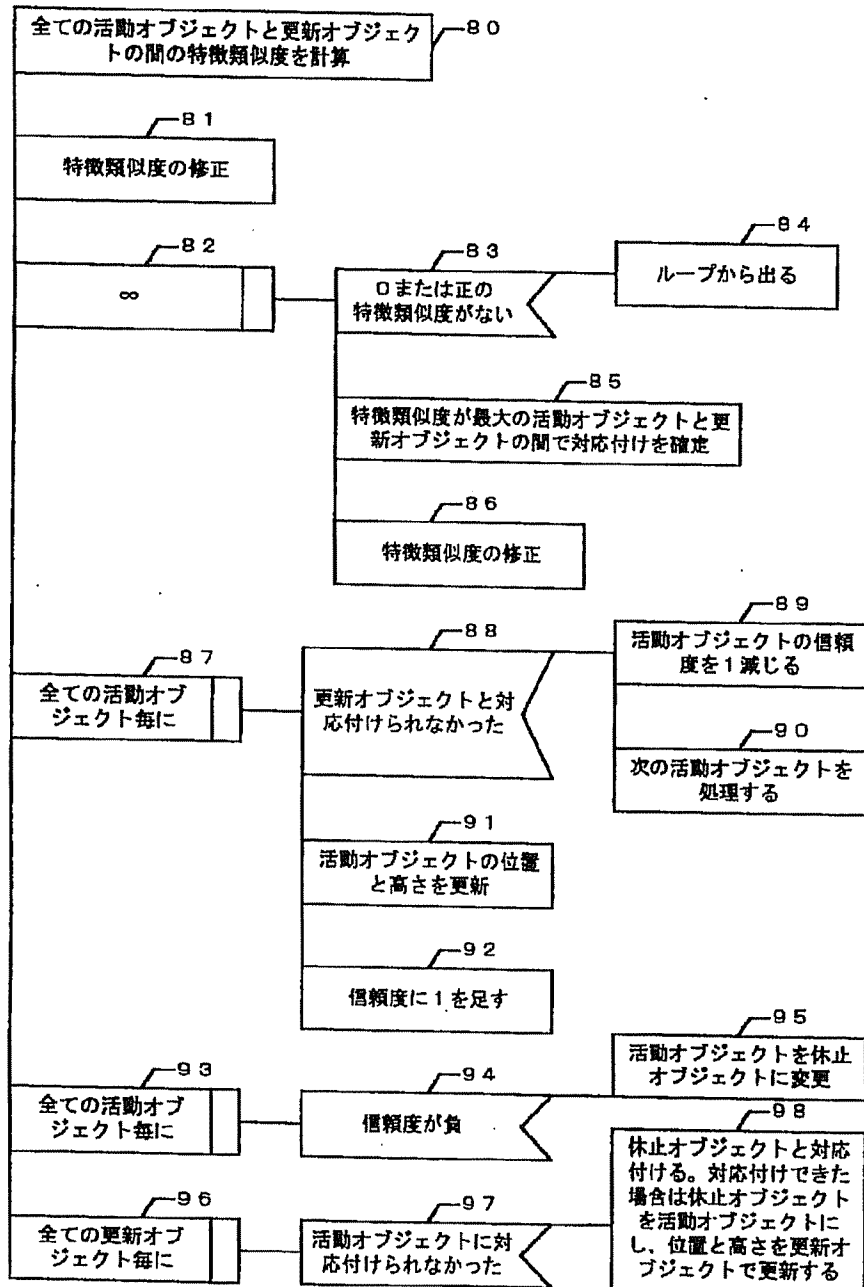
【図3】



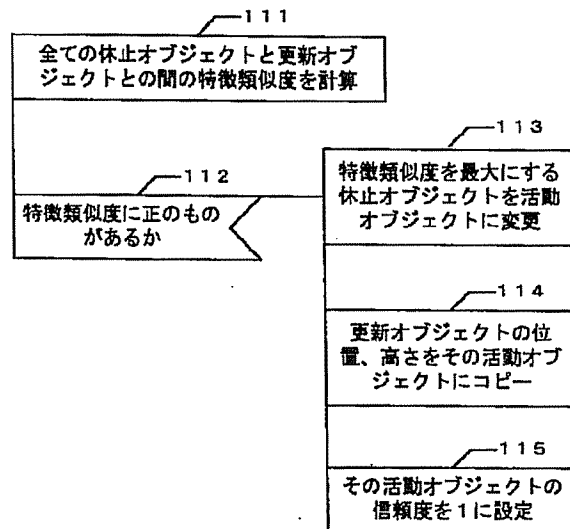
【図6】



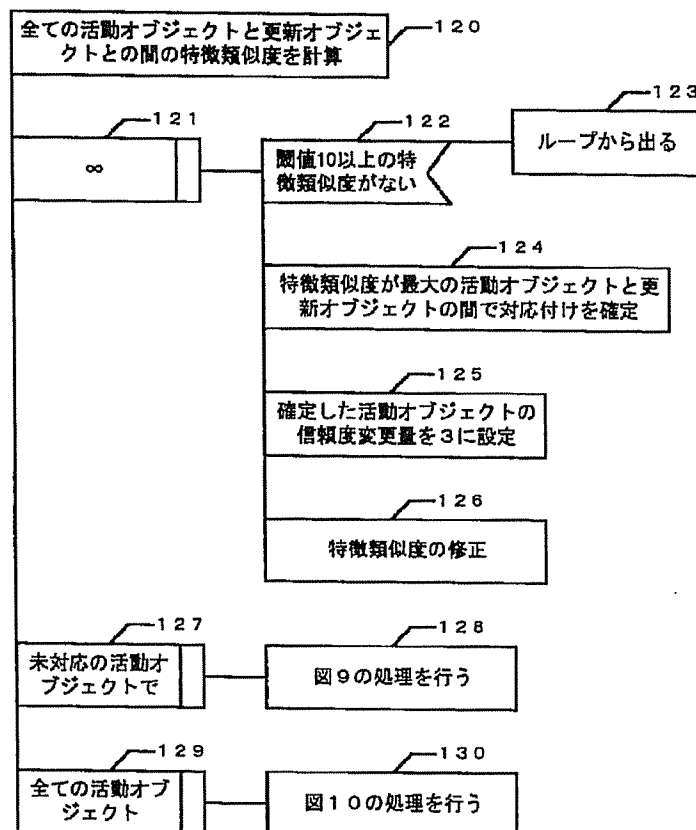
【図5】



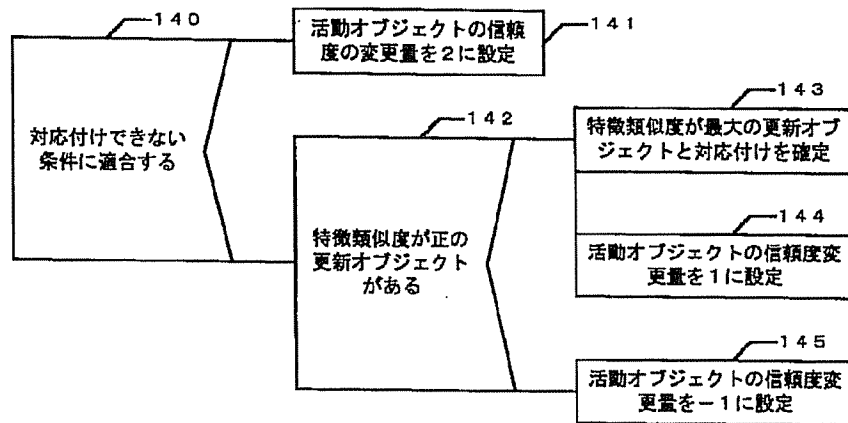
【図7】



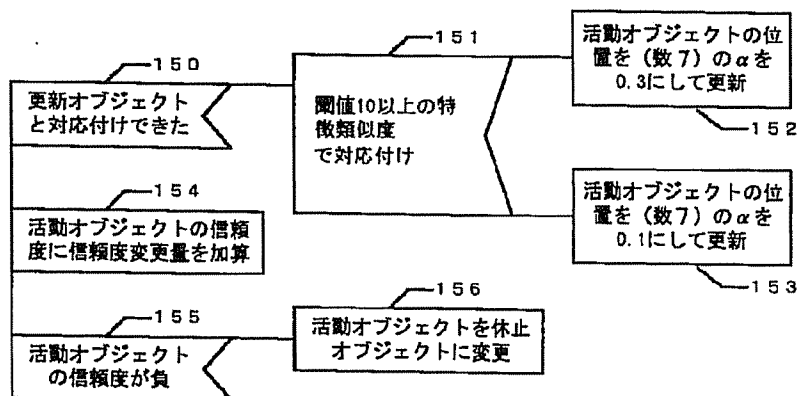
【図8】



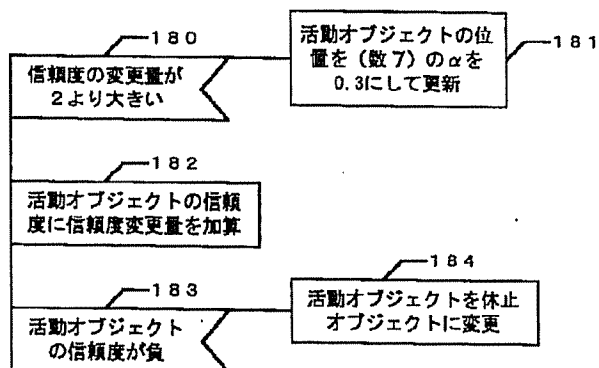
【図9】



【図10】

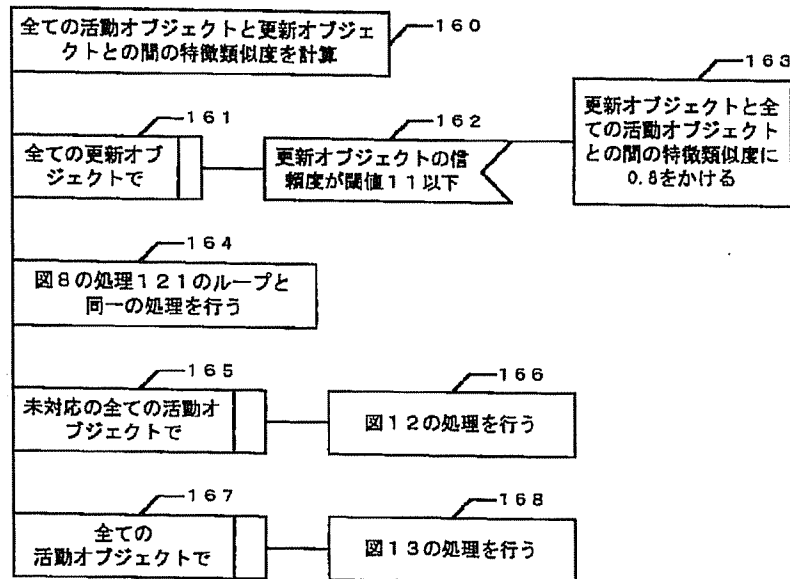


【図13】

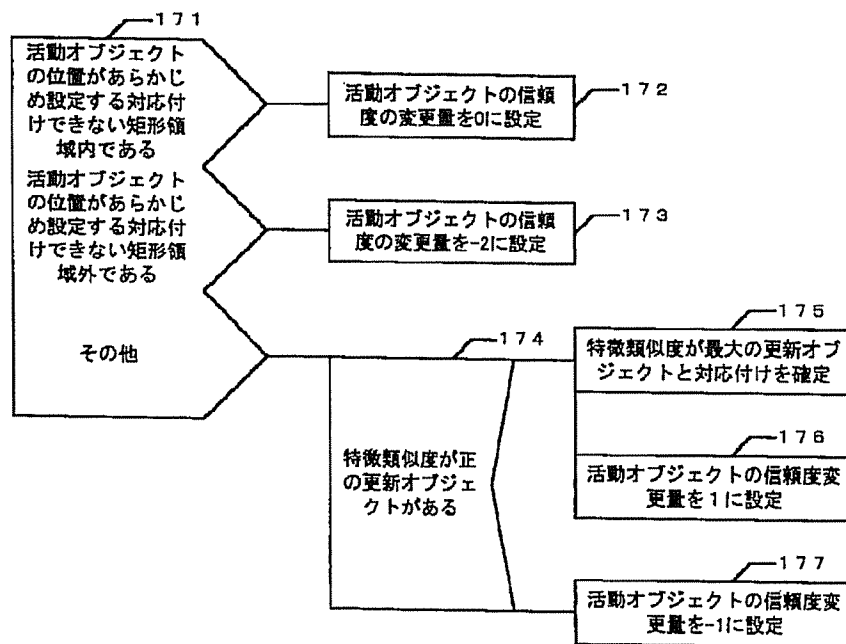




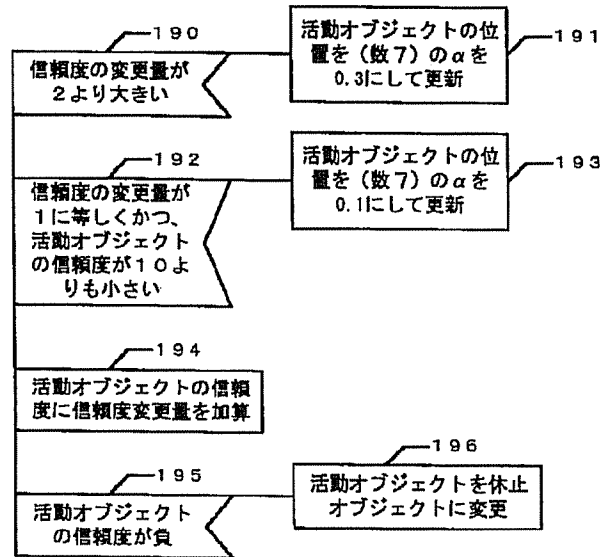
【図11】



【図12】



【図14】



フロントページの続き

(72)発明者 水澤和史  
神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1号 松下技研株式会社内  
(72)発明者 藤岡利和  
神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1号 松下技研株式会社内

(72)発明者 中基孫  
神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1号 松下技研株式会社内  
(72)発明者 森真人  
神奈川県横浜市鶴見区江ヶ崎町4番1号 東京電力株式会社システム研究所内